

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-069619

(43)Date of publication of application : 07.03.2003

(51)Int.Cl.

H04L 12/56

(21)Application number : 2001-256635

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 27.08.2001

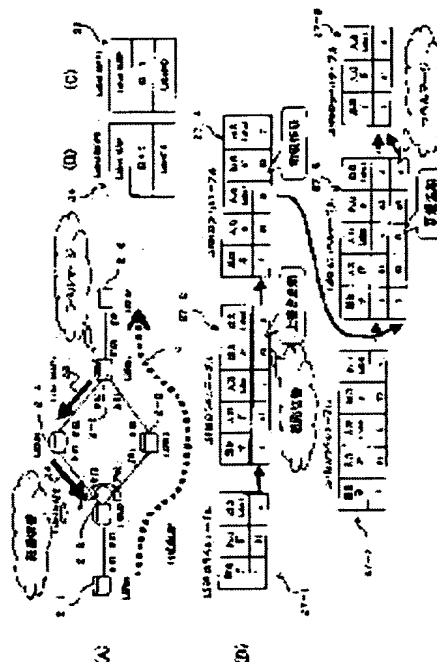
(72)Inventor : KANO SHINYA  
MIYABE MASATAKE

(54) ROUTE CHANGING METHOD FOR LABEL TRANSFER NETWORK, LABEL SWITCHING NODE, AND MANAGEMENT NODE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To shorten the time required for route change and to suppress the increase of unnecessary control traffic to nodes independent of the route change by partially changing a route only with nodes related to the route change.

SOLUTION: A route change request is transmitted from an upper end node 2-2 on the way of a first data transfer route (old route) 3 as the route change object, and a lower end node 2-5 on the way of the old route 3 returns a label assignment request 33 (34) of a second data transfer line (new route) 4 as the route change destination when receiving the route change request, and thus partial route change from the old route 3 to the new route 4 is executed.



Best Available Copy

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-69619

(P2003-69619A)

(43) 公開日 平成15年3月7日(2003.3.7)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 4 L 12/56

識別記号

1 0 0

F I

H 0 4 L 12/56

ターム(参考)

1 0 0 Z 5 K 0 3 0

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 38 頁)

(21) 出願番号 特願2001-256635(P2001-256635)

(22) 出願日 平成13年8月27日(2001.8.27)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 加納 慎也

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 宮部 正剛

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100092978

弁理士 真田 有

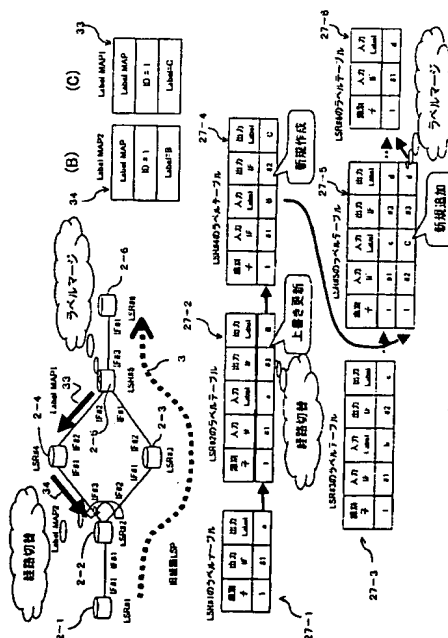
Fターム(参考) 5K030 GA01 HA08 JA11 LB05

(54) 【発明の名称】 ラベル転送ネットワークにおける経路変更方法並びにラベルスイッチングノード及び管理ノード

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 経路変更に関係するノードのみで部分的な経路変更を可能にして、経路変更に要する時間の短縮化を図るとともに、経路変更に関係の無いノードへの余分な制御トラヒックの増大を抑制できるようにする

【解決手段】 経路変更対象の第1のデータ転送経路(旧経路)3の途中区間の上流端ノード2-2から経路変更要求を送信し、前記の途中区間の下流端ノード2-5が、上記の経路変更要求の受信を契機に、経路変更先の第2のデータ転送経路(新規経路)4についてのラベル割り当て要求33(34)を上流端ノード2-2に向けて返信することにより、旧経路3から新規経路4への部分的な経路変更を実行する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 受信データのラベル情報に基づいて該受信データの転送を行なう複数のラベルスイッチングノードをそなえて成るラベル転送ネットワークにおいて、経路変更対象の第 1 のデータ転送経路の途中区間の上流端に位置するラベルスイッチングノード（以下、上流端ノードという）から経路変更要求を送信し、該途中区間の下流端に位置するラベルスイッチングノード（以下、下流端ノードという）が、該経路変更要求の受信を契機に、経路変更先の第 2 のデータ転送経路につ

いてのラベル情報の割り当て要求（以下、ラベル割り当て要求という）を該上流端ノードに向けて返信することにより、該第 1 のデータ転送経路（以下、旧経路という）から該第 2 のデータ転送経路（以下、新規経路という）への部分的な経路変更を実行することを特徴とする、ラベル転送ネットワークにおける経路変更方法。

【請求項 2】 該上流端ノードは、該ラベル割り当て要求を受信することにより、該新規経路の下流側への新たなラベル情報の割り当てを行ない、当該ラベル情報と既に該旧経路に対して割り当てられている上流側のラベル情報との対応付けを行なうことによ

って、上記の部分的な経路変更を実行することを特徴とする、請求項 1 記載のラベル転送ネットワークにおける経路変更方法。

【請求項 3】 該下流端ノードは、該経路変更要求を受信することにより、該新規経路の上流側への新たなラベル情報の割り当てを行ない、当該ラベル情報と既に該旧経路に対して割り当てられている下流側のラベル情報との対応付けを行なうことによ

って、上記の部分的な経路変更を実行することを特徴とする、請求項 1 記載のラベル転送ネットワークにおける経路変更方法。

【請求項 4】 受信データのラベル情報に基づいて該受信データの転送を行なう複数のラベルスイッチングノードをそなえて成るラベル転送ネットワークにおいて、経路変更対象の第 1 のデータ転送経路の途中区間の上流端に位置するラベルスイッチングノード（以下、上流端ノードという）から経路変更要求を送信し、該途中区間の下流端に位置するラベルスイッチングノード（以下、下流端ノードという）は、該経路変更要求を受信することにより、経路変更先の第 2 のデータ転送経路（以下、新規経路という）の上流側への新たなラベル情報の割り当てを行ない、新たに割り当てた該新規経路の上流側へのラベル情報と、既に割り当てられている該旧経路の上流側へのラベル情報との双方を、それぞれ、既に該第 1 のデータ転送経路（以下、旧経路という）に対して割り当てられている下流側のラベル情報と対応付けておき、該旧経路についてのラベル解放要求を受信した時点で、該旧経路の上流側へのラベル情報のみを解放することに

より、部分的な経路変更を実行することを特徴とする、ラベル転送ネットワークにおける経路変更方法。

【請求項 5】 受信データのラベル情報に基づいて該受信データの転送を行なうラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノードであって、新たなデータ転送経路（以下、新規経路という）への経路変更要求を当該新規経路上に位置する下流側のラベルスイッチングノードへ送信する経路変更要求送信手段と、

該経路変更要求に対する該新規経路についてのラベル情報の割り当て要求（以下、ラベル割り当て要求という）を該下流側のラベルスイッチングノードから受信するラベル割り当て要求受信手段と、

該ラベル割り当て要求受信手段で該ラベル割り当て要求が受信されると、該新規経路の下流側への新たなラベル情報（以下、新規下流ラベルという）の割り当てを行なう新規下流ラベル割り当て手段と、

該新規下流ラベル割り当て手段が割り当てた該新規下流ラベルと、経路変更対象のデータ転送経路（以下、旧経路という）に対して既に割り当てられている上流側のラベル情報（以下、既存上流ラベルという）とを対応付けることにより、該旧経路から該新規経路への経路変更を実行する経路変更制御手段とをそなえたことを特徴とする、ラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノード。

【請求項 6】 受信データのラベル情報に基づいて該受信データの転送を行なうラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノードであって、上流側のラベルスイッチングノードから自己宛の新たなデータ転送経路（以下、新規経路という）への経路変更要求を受信する経路変更要求受信手段と、

該経路変更要求受信手段で該経路変更要求が受信されると、該新規経路の上流側への新たなラベル情報（以下、新規上流ラベルという）の割り当てを行なう新規上流ラベル割り当て手段と、

該上流側のラベルスイッチングノードへ該新規経路についての新たなラベル情報の割り当てを要求するラベル割り当て要求を送信するラベル割り当て要求送信手段と、該新規上流ラベル割り当て手段によって割り当てられた該新規上流ラベルと、経路変更対象のデータ転送経路

（以下、旧経路という）に対して既に割り当てられている下流側のラベル情報（以下、既存下流ラベルという）とを対応付けることにより、該旧経路から該新規経路への経路変更を実行する経路変更制御手段とをそなえたことを特徴とする、ラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノード。

【請求項 7】 該経路変更制御手段が、該経路変更要求を受信することにより新たに割り当てた該新規経路の上流側へのラベル情報と、既に割り当てられている該旧経路の上流側へのラベル情報との双方を、

それぞれ、既に該旧経路に対して割り当てられている下流側のラベル情報と対応付けてラベルマージを行なうラベルマージ部と、

該旧経路についてのラベル解放要求を受信した時点で、該旧経路の上流側へのラベル情報のみを解放することにより、該ラベルマージを解除して上記の部分的な経路変更を実行するラベルマージ解除部とをそなえていることを特徴とする、請求項 6 記載のラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノード。

【請求項 8】 受信データのラベル情報に基づいて該受信データの転送を行なうラベル転送ネットワークにおける管理ノードであって、

該ラベル転送ネットワークにおける既存のデータ転送経路情報と、該ラベル転送ネットワークについてのトポロジー情報とに基づいて、経路変更対象の第 1 のデータ転送経路（以下、旧経路という）と経路変更先の第 2 のデータ転送経路（以下、新規経路という）とを決定する決定手段と、

該決定手段で決定した該旧経路の途中区間の上流端に位置するラベルスイッチングノード（以下、上流端ノードという）へ、少なくとも該決定手段で決定した該新規経路についての情報を、該旧経路から該新規経路への部分的な経路変更のための経路変更要求を該上流端ノードから送信させるためのトリガとして通知する経路通知手段とをそなえたことを特徴とする、ラベル転送ネットワークにおける管理ノード。

【請求項 9】 受信データのラベル情報に基づいて該受信データの転送を行なう複数のラベルスイッチングノードと、該複数のラベルスイッチングノードにより構成されるラベル転送ネットワークのトポロジー情報を少なくとも管理する管理ノードとをそなえた該ラベル転送ネットワークにおいて、

新規パス追加要求又は既設パスについての帯域増加要求を受信したラベルスイッチングノードが該管理ノードへ該要求を転送する要求転送ステップと、

該管理ノードが、該要求を受けることにより、該トポロジー情報に基づいて確立すべき新規パスの経路（以下、新規経路という）を求め、当該新規経路上のリンクの資源が不足しているか否かを確認する新規経路確認ステップと、

該管理ノードが、該資源が不足している場合に、該リンクを通る既設パスの移動先経路として新規又は既設の光パスを求める移動先経路特定ステップと、

該管理ノードが、該移動先経路としての該光パスへの経路変更を行なうため、該光パスの始点ノードに対して経路変更シグナリングの起動を指示する経路変更シグナリングステップと、

該既設パスの該新規経路上のノードが、該経路変更シグナリングを処理して該経路変更を実行するとともに、該既設パスの旧経路上のノードが該経路変更シグナリング

を処理して該既設パスを切断する経路変更ステップと、該管理ノードが、該新規パスの始点ノードに対して新規パス確立シグナリングの起動を指示する新規パス確立シグナリングステップと、

該新規パスの始点ノード、中継ノード及び終点ノードが、それぞれ、該新規パス確立シグナリングを処理して、該経路変更により該資源の解放された該リンク上に該新規パスを確立する新規パス確立ステップとを実行することを特徴とする、ラベル転送ネットワークにおける経路変更方法。

【請求項 10】 受信データのラベル情報に基づいて該受信データの転送を行なう複数のラベルスイッチングノードをそなえたラベル転送ネットワークにおいて、新規パス追加要求又は既設パスについての帯域増加要求を受信したラベルスイッチングノードが、該ラベル転送ネットワークのトポロジー情報に基づいて確立すべき新規パスの経路（以下、新規経路という）を求め、当該新規経路上のリンクの資源が不足しているか否かを確認する新規経路確認ステップと、

該ラベルスイッチングノードが、該資源が不足している場合に、該リンクを通る既設パスの移動先経路として新規又は既設の光パスを求める移動先経路特定ステップと、

該ラベルスイッチングノードが、該移動先経路としての該光パスへの経路変更を行なうため、該光パスの始点ノードに対して経路変更シグナリングの起動を指示する経路変更シグナリングステップと、

該既設パスの該新規経路上のノードが、該経路変更シグナリングを処理して該経路変更を実行するとともに、該既設パスの旧経路上のノードが該経路変更シグナリングを処理して該既設パスを切断する経路変更ステップと、該ラベルスイッチングノードが、該新規パスの始点ノードに対して新規パス確立シグナリングの起動を指示する新規パス確立シグナリングステップと、

該新規パスの始点ノード、中継ノード及び終点ノードが、それぞれ、該新規パス確立シグナリングを処理して、該経路変更により該資源の解放された該リンク上に該新規パスを確立する新規パス確立ステップとを実行することを特徴とする、ラベル転送ネットワークにおける経路変更方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ラベル転送ネットワークにおける経路変更方法並びにラベルスイッチングノード及び管理ノードに関し、特に、MPLSやGMPLS (Generalized MPLS) に準拠した網に用いて好適な、経路変更方法並びにラベルスイッチングノード及び管理ノードに関する。

【0002】

【従来の技術】(1) MPLS

近年、ネットワーク上で通信データをパケットデータ（以下、単に「パケット」という）として高速に中継（ルーティング）する技術として、「MPLS（MultiProtocol Label Switching）」と呼ばれる技術が注目されている。この「MPLS」とは、パケットの本来の宛先アドレスとは別途新たにその先頭に添付（付加）された固定長の宛先情報（ラベル情報；以下、単に「ラベル」という）に従ってパケットの転送を行なう技術である。

【0003】具体的に、「MPLS」に準拠した網（ラベル転送ネットワーク；以下、MPLS網という）を構成する中継装置としてのルータ（LSR：Label Switching Router）では、入力ラベル及び入力インタフェース（IF）に対する出力ラベル及び出力IFの関係を示すラベルテーブルを保持しており、パケット中継時には、受信パケットの本来の宛先アドレスではなく添付ラベルに従って出力IFを決定し、その受信パケットの添付ラベルを出力ラベルに書き換えて中継することが行なわれる。

【0004】このような動作がMPLS網を構成する各ルータで繰り返されることにより、パケットはMPLS網内を所望の宛先まで、順次、転送されてゆく。なお、上記のラベルは、MPLS網の入力LSR（エッジルータ）で最初に添付される。以下、図18を参照しながら、このようなMPLS網におけるパケット中継方法について、より詳細に説明する。なお、この図18において、101～104がMPLS網100を構成するルータ（LSR）を表し、これらの各ルータ（以下、「ノード」ともいう）101～104のうち、ルータ101及び104がそれぞれエッジルータ、他のルータ102及び103がそれぞれ中継ルータとして位置付けられる。

【0005】まず、エッジルータ101は、MPLS網100に入力してきた受信パケットにラベル“a”を添付して当該パケットを次段（下流側）のルータ102に向けて転送する。ルータ102は、ラベル“a”をもつパケットを特定の入力IFから受信すると、当該入力IFの識別情報（IF-ID；例えば、IF-ID＝#1）及び入力ラベル“a”を検索キーとして、保持しているラベルテーブル111を検索（以下、これを「ラベル検索」という）し、対応する出力IF及び出力ラベルを決定・獲得する。図18の場合なら、IF-ID＝#2の出力IF及び出力ラベル“b”が得られる。

【0006】そして、ルータ102は、受信パケットの入力ラベル“a”を上述のごとくラベル検索により決定した出力ラベル“b”に書き換えた後、当該パケットをIF-ID＝#2の出力IFを通じて次段のルータ103へ向けて転送する。ルータ103は、上記のルータ102と同様に、パケットを受信した入力IFのIF-ID（例えば、IF-ID＝#1）及び当該受信パケットに添付されているラベル“b”に対応する出力IF（IF-ID＝#2の出力IF）及び出力ラベル（“c”）をラベルテーブル112の検索により決定・獲得して、受信パケットのラベル

“b”を決定した出力ラベル“c”に書き換えた後、当該パケットをIF-ID＝#2の出力IFを通じて次段のルータ104へ向けて転送する。

【0007】以上のようにして、MPLS網100では、エッジルータ101で受信されたパケットは、そのラベルが中継ルータ102、103にてそれぞれ書き換えられながら、終端のエッジルータ104まで転送されてゆく。この際、各中継ルータ102、103では、それぞれ、固定長のラベルに従った転送が行なわれるので、可変長の宛先アドレスを基に受信パケットの転送先を算出・決定する必要が無く、パケット中継を高速に行なうことが可能である。

#### 【0008】（2）ラベル配布プロトコル

「MPLS」では、上記のパケット転送に用いるラベルテーブル111、112を構築するために、ラベル配布プロトコル（CR-LDP：Constraint-based Routed Label Distribution Protocol）が用いられる。即ち、図19に模式的に示すように、ルータ101からルータ104までのパス（LSP：Label Switched Path）を確立したい場合は、そのパスの始点となるエッジルータ（始点ノード）102が、パスの終点であるエッジルータ（終点ノード）104までのルート（確立すべきパスを経由するルータ102、103及び104のアドレス情報等の識別情報〔ノードアドレス（＝“LSR2”、“LSR3”、“LSR4”）〕を指定（格納）したラベルリクエスト（Label REQ）113を確立対象のパス上に位置する次段のルータ102に向けて送信する。

【0009】このラベルリクエスト113をルータ102が受信すると、当該ラベルリクエスト113に格納されている自己のノードアドレス＝“LSR2”を抽出した上で、次に指定されているノードアドレス＝“LSR3”をもつ次段のルータ103にラベルリクエスト114を転送する。同様に、ルータ103は、ラベルリクエスト114に格納されている自己のノードアドレス＝“LSR3”を抽出した上で、次に指定されているノードアドレス＝“LSR4”をもつ次段のルータ104にラベルリクエスト115を転送する。このようにして、始点ノード101が発行したラベルリクエストは、確立対象のパス上のルータ102、103、104へホップバイホップ（Hop-by-Hop）で順次転送されてゆく。

【0010】そして、最終的に、エッジノード104が上記のラベルリクエスト115を受信すると、当該ラベルリクエスト115に自己のノードアドレス＝“LSR4”しか指定されていないことから、自己が終点ノードであることを認識して、ラベルの割り当てを行なうためのメッセージ（ラベル割り当て要求（Label MAP））を始点ノード101に向けて返信する。

【0011】例えば、図19の場合なら、終点ノード104は、上流側（ルータ103）で添付されるべきラベル（これを「上流ラベル」という）として“c”を割り

当てるとともに、ラベル“c”をもつラベル割り当て要求116を、ラベルリクエスト115を受信した入力IFを通じて上流側（ルータ103）に送信する。このラベル割り当て要求116をルータ103がラベルリクエスト115を転送した出力IF（IF-ID=#2）を通じて受信すると、ルータ103は、上流ラベルとして“b”を新たに割り当てるとともに、ラベル“b”をもつラベル割り当て要求117を、ラベルリクエスト114を受信した入力IF（IF-ID=#1）を通じて上流側（ルータ102）に送信する。

【0012】そして、この際、ルータ103は、入力IFのIF-ID=#1及び上流ラベル“b”と、出力IFのIF-ID=#2及び下流側（終点ノード104）で割り当てられたラベル（これを下流ラベルという）“c”とを対応付けることにより、前記のラベルテーブル112を構築する。同様に、下流側のルータ103から送信されてきた上記のラベル割り当て要求117を受信した上流側のルータ102は、上流ラベルとして“a”を新たに割り当てるとともに、上流側（始点ノード101）へ、割り当てた上流ラベル“a”をもつラベル割り当て要求118を送信し、且つ、入力IFのIF-ID=#1及び上流ラベル“a”と、出力IFのIF-ID=#2及び下流ラベル“b”とを対応付けることにより、前記のラベルテーブル111を構築する。

【0013】以上のようにして、ラベルリクエスト（Label REQ）を受信した終点ノード104からラベル割り当て要求（Label MAP）が、順次、上流側へ転送されて、最終的に、ラベル割り当て要求118が始点ノード101で受信されることにより、必要なラベルテーブル111、112が中継ノード102、103において構築されて、始点ノード101から終点ノード104までのパスが確立する。

【0014】（3）「MPLS」における経路変更  
上述したように、MPLS網100では、上記のCR-LDPに代表されるシグナリングプロトコルを用いて、始点ノード101から終点ノード104までのパス（LSP）を確立するが、以下では、確立したLSPの経路変更手法について、図20～図23を用いて説明する。

【0015】例えば図20（A）に示すように、MLSP網100を構成するルータ101～106のうち、ルータ101、102、103、105、106を経由するパス（LSP）120が確立済みで、図20（B）に示すように、各ルータ101、102、103、105、106において、それぞれ、上述したCR-LDP等のシグナリングプロトコルにより、ラベルテーブル111、112、113、115、116が構築・保持されている状態を想定する。

【0016】なお、この図20（B）に示すラベルテーブル111～113、115、116において、「識別子」は確立済みのLSPを識別するための情報（以下、

ルートIDという）である。つまり、各ルータ101～106は、それぞれ、LSP毎に、入力IF及び入力ラベルと出力IF及び出力ラベルとの対応関係を管理するのである。

【0017】そして、かかる状態において、確立済みのLSP120を図20（A）においてルータ（ノード）101、102、104、105、106を経由する新規LSPに変更したい場合は、始点ノード101から経路変更要求（Modify REQ）を新規LSPに沿って終点ノード106まで送信する。即ち、始点ノード101は、図21（A）及び図21（B）に示すように、新規LSPについてのルートID（ここでは、仮に“1”）と新規LSP上のノード102、104、105、106のノードアドレス（LSR#2、LSR#4、LSR#5、LSR#6）とを有する経路変更要求121（Modify REQ1）を下流側のノード102へ送信する。なお、「経路変更要求」は、上記のラベルリクエスト（Label REQ）と同じ基本フォーマットを有しており、フラグ情報の設定により自メッセージが新規経路確立のための通常のラベルリクエストであるか、上記の経路変更要求であるかが表示されるようになっている。

【0018】さて、上記の経路変更要求121を受信したノード102は、前記のラベルリクエストを受信した場合と同様に、受信した経路変更要求121から自己のノードアドレス＝LSR#2を抽出して、図21（C）に示すような経路変更要求122（Modify REQ2）を新規LSPの下流側のノード104へ転送する。以降、同様にして、図21（D）に示す経路変更要求123（Modify REQ3）が新規LSP上のノード104からノード105へ送信され、図21（E）に示す経路変更要求124（Modify REQ4）がノード105からノード106へ送信される。そして、経路変更要求124が終点ノード106で受信されると、終点ノード106は、LSP120を確立した場合と同様にして、前述したラベル割り当て要求（Label MAP）を新規LSPの上流側のノード105へ返信する。

【0019】即ち、例えば図22（A）及び図22（B）に示すように、新規LSPについてのルートID（＝1）と新たに割り当てたラベル（旧LSP120についてのラベル“d”とは異なるラベル“D”）とを有するラベル割り当て要求131（Label MAP1）を上流側のノード105へ返信する。このラベル割り当て要求131を受信したノード105は、図22（A）及び図22（C）に示すように、新規LSPについてのルートID（＝1）と新たに割り当てたラベル“C”とを有するラベル割り当て要求132（Label MAP2）を上流側のノード104へ送信する。

【0020】以降、同様にして、図22（D）に示すラベル割り当て要求133（Label MAP3）が図22（A）に示すようにノード104からノード102へ送信さ

れ、図 22 (E) に示すラベル割り当て要求 134 (Label MAP4) が図 22 (A) に示すように、ノード 102 からノード 101 へ送信される。このようにして、ラベル割り当て要求 131 ~ 134 が新規 LSP 上をホップバイホップにより転送されて、最終的に、ラベル割り当て要求 134 を始点ノード 101 が受信することにより、各ノード 101 ~ 106 が保持するラベルテーブル 111 ~ 116 は、図 22 (F) に示すような状態となる。

【0021】即ち、上記のラベル割り当て要求 131 ~ 134 の送信により、図 22 (F) 中に斜線部で示す対応情報が新規 LSP 上のノード 101, 102, 104, 105, 106 において新たに作成されて、それぞれが保持するラベルテーブル 111, 112, 114, 115, 116 に登録されるのである。これにより、図 22 (F) 中に実線矢印で示すように、各ノード 101, 102, 104, 105, 106 のラベルテーブル 111, 112, 114, 115, 116 における新規 LSP についての対応情報間のリンクが相互にとられて、新規 LSP 121 (図 23 (A) 参照) が確立可能な状態となる。なお、図 22 (F) 中に点線矢印で示す対応情報のリンクは旧 LSP 120 についてのものを示している。

【0022】その後、始点ノード 101 は、旧 LSP 120 についての対応情報を解放 (ラベルテーブル 111 から削除) するとともに、旧 LSP 120 に沿って解放要求 (Release REQ) を送信する。即ち、例えば図 23 (A) 及び図 23 (B) に示すように、始点ノード 101 は、解放対象の旧 LSP 120 についてのルート ID (= 1) と解放したラベル “a” とを有する解放要求 141 (Release REQ1) を新規 LSP 121 の下流側のノード 102 へ送信する。

【0023】この解放要求 141 を受信したノード 102 は、受信した解放要求 141 によって特定される旧 LSP 120 についての対応情報をラベルテーブル 112 から削除するとともに、図 23 (A) 及び図 23 (C) に示すように、旧 LSP 120 についてのルート ID (= 1) と解放したラベル “b” とを有する解放要求 142 (Release REQ2) を新規 LSP 121 の下流側のノード 104 へ送信する。

【0024】以降、同様にして、図 23 (D) に示す解放要求 143 (Release REQ3) が図 23 (A) に示すようにノード 103 からノード 105 へ送信され、図 23 (E) に示す解放要求 144 (Release REQ4) がノード 105 から終点ノード 106 へ送信される。以上により、ノード 101, 102, 104, 105, 106 のラベルテーブル 111, 112, 114, 115, 116 に新規 LSP 121 についての対応情報のみが残る、旧 LSP 120 から新規 LSP 121 への経路変更が完了する (図 23 (F) 参照)。

【0025】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したような従来の「MPLS」における経路変更手法では、必ず、経路変更要求 (Modify REQ) を始点ノード 101 から終点ノード 106 まで送信し、ラベル割り当て要求 (Label MAP) を終点ノード 106 から始点ノード 101 まで返信した後、解放要求 (Release REQ) を始点ノード 101 から終点ノード 106 へ送信するため、経路変更に関係の無いノード (上記の例では、ノード 101 及び 106) も経路変更要求 (Modify REQ), ラベル割り当て要求 (Label MAP), 解放要求 (Release REQ) を送受信しなければならない。

【0026】その結果、経路変更に多くの時間を必要とし、経路変更が完了するまでに大きな遅延が生じてしまう。さらには、経路変更に関係の無いノードへの余分な制御トラヒックが発生するという課題もある。本発明は、このような課題に鑑み創案されたもので、経路変更に関係するノードのみで部分的な経路変更を可能にして、経路変更に要する時間の短縮化を図るとともに、経路変更に関係の無いノードへの余分な制御トラヒックの増大を抑制できるようにすることを目的とする。

【0027】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明のラベル転送ネットワークにおける経路変更方法 (請求項 1) は、経路変更対象の第 1 のデータ転送経路の途中区間の上流端に位置するラベルスイッチングノード (以下、上流端ノードという) から経路変更要求を送信し、上記の途中区間の下流端に位置するラベルスイッチングノード (以下、下流端ノードという) が、上記の経路変更要求の受信を契機に、経路変更先の第 2 のデータ転送経路についてのラベル情報の割り当て要求 (以下、ラベル割り当て要求という) を上記の上流端ノードに向けて返信することにより、上記の第 1 のデータ転送経路 (以下、旧経路という) から第 2 のデータ転送経路 (以下、新規経路という) への部分的な経路変更を実行することを特徴としている。

【0028】ここで、上記の上流端ノードでは、上記のラベル割り当て要求を受信することにより、上記の新規経路の下流側への新たなラベル情報 (新規下流ラベル) の割り当てを行ない、その新規下流ラベルと既に旧経路に対して割り当てられている上流側のラベル情報 (既存上流ラベル) との対応付けを行なうことによって、上記の部分的な経路変更を実行するのが好ましい (請求項 2)。

【0029】一方、下流端ノードでは、上記の経路変更要求を受信することにより、上記の新規経路の上流側への新たなラベル情報 (新規上流ラベル) の割り当てを行ない、その新規上流ラベルと既に旧経路に対して割り当てられている下流側のラベル情報 (既存下流ラベル) との対応付けを行なうことによって、上記の部分的な経路

変更を実行するのが好ましい（請求項3）。

【0030】また、上記の下流端ノードでは、上記の経路変更要求を受信することにより新たに割り当てた新規上流ラベルと、既に割り当てられている旧経路の上流側へのラベル情報（既存上流ラベル）との双方を、それぞれ、既に旧経路に対して割り当てられている既存下流ラベルと対応付けておき、旧経路についてのラベル解放要求を受信した時点で、その旧経路の既存上流ラベルのみを解放することにより、上記の部分的な経路変更を実行するようにしてもよい（請求項4）。

【0031】さらに、本発明のラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノード（請求項5）は、次のような各手段をそなえたことを特徴としている。

(1) 新たなデータ転送経路（新規経路）への経路変更要求を当該新規経路上に位置する下流側のラベルスイッチングノードへ送信する経路変更要求送信手段

(2) 上記の経路変更要求に対する新規経路についてのラベル情報の割り当て要求（以下、ラベル割り当て要求という）を下流側のラベルスイッチングノードから受信するラベル割り当て要求受信手段

(3) このラベル割り当て要求受信手段で上記ラベル割り当て要求が受信されると、上記の新規経路の下流側への新たなラベル情報（新規下流ラベル）の割り当てを行なう新規下流ラベル割り当て手段

(4) この新規下流ラベル割り当て手段が割り当てた新規下流ラベルと、経路変更対象のデータ転送経路（旧経路）に対して既に割り当てられている上流側のラベル情報（既存上流ラベル）とを対応付けることにより、旧経路から新規経路への経路変更を実行する経路変更制御手段

また、本発明のラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノード（請求項6）は、次のような各手段をそなえたことを特徴としている。

【0032】(1) 上流側のラベルスイッチングノードから自己宛の新たなデータ転送経路（新規経路）への経路変更要求を受信する経路変更要求受信手段

(2) この経路変更要求受信手段で該経路変更要求が受信されると、新規経路の上流側への新たなラベル情報（以下、新規上流ラベルという）の割り当てを行なう新規上流ラベル割り当て手段

(3) 上流側のラベルスイッチングノードへ新規経路についての新たなラベル情報の割り当てを要求するラベル割り当て要求を送信するラベル割り当て要求送信手段

(4) この新規上流ラベル割り当て手段によって割り当てられた新規上流ラベルと、経路変更対象のデータ転送経路（旧経路）に対して既に割り当てられている下流側のラベル情報（以下、既存下流ラベルという）とを対応付けることにより、旧経路から新規経路への経路変更を実行する経路変更制御手段

また、上記の経路変更制御手段は、次の各部をそなえて

いてもよい（請求項7）。

【0033】(1) 上記の経路変更要求を受信することにより新たに割り当てた新規経路の上流側へのラベル情報と、既に割り当てられている該旧経路の上流側へのラベル情報との双方を、それぞれ、既に旧経路に対して割り当てられている下流側のラベル情報と対応付けてラベルマージを行なうラベルマージ部

(2) 上記の旧経路についてのラベル解放要求を受信した時点で、その旧経路の上流側へのラベル情報のみを解放することにより、上記のラベルマージを解除して部分的な経路変更を実行するラベルマージ解除部

さらに、本発明のラベル転送ネットワークにおける管理ノード（請求項8）は、次の各手段をそなえたことを特徴としている。

【0034】(1) ラベル転送ネットワークにおける既存のデータ転送経路情報と、そのラベル転送ネットワークについてのトポロジー情報とに基づいて、経路変更対象の第1のデータ転送経路（以下、旧経路という）と経路変更先の第2のデータ転送経路（以下、新規経路という）とを決定する決定手段

(2) この決定手段で決定した旧経路の途中区間の上流端に位置するラベルスイッチングノード（以下、上流端ノードという）へ、少なくとも決定手段で決定した新規経路についての情報を、旧経路から新規経路への部分的な経路変更のための経路変更要求を上流端ノードから送信させるためのトリガとして通知する経路通知手段

また、本発明のラベル転送ネットワークにおける経路変更方法（請求項9）は、次のような各ステップを実行することの特徴としている。

【0035】(1) 新規バス追加要求又は既設バスについての帯域増加要求を受信したラベルスイッチングノードが管理ノードへ上記要求を転送する要求転送ステップ

(2) 管理ノードが、上記要求を受けることにより、上記トポロジー情報に基づいて確立すべき新規バスの経路（以下、新規経路という）を求め、その新規経路上のリンクの資源が不足しているか否かを確認する新規経路確認ステップ

(3) 管理ノードが、上記資源が不足している場合に、上記リンクを通る既設バスの移動先経路として新規又は既設の光バスを求める移動先経路特定ステップ

(4) 管理ノードが、移動先経路としての上記光バスへの経路変更を行なうため、その光バスの始点ノードに対して経路変更シグナリングの起動を指示する経路変更シグナリングステップ

(5) 既設バスの新規経路上のノードが、上記経路変更シグナリングを処理して上記経路変更を実行するとともに、既設バスの旧経路上のノードが上記経路変更シグナリングを処理して既設バスを切断する経路変更ステップ

(6) 管理ノードが、新規バスの始点ノードに対して新規バス確立シグナリングの起動を指示する新規バス確立シ



### グナリングステップ

(7) 新規パスの始点ノード、中継ノード及び終点ノードが、それぞれ、上記新規パス確立シグナリングを処理して、上記の経路変更により資源の解放されたリンク上に上記の新規パスを確立する新規パス確立ステップ  
さらに、本発明のラベル転送ネットワークにおける経路変更方法（請求項 10）は、次のような各ステップを実行することを持徴としている。

【0036】(1) 新規パス追加要求又は既設パスについての帯域増加要求を受信したラベルスイッチングノードが、ラベル転送ネットワークのトポロジー情報に基づいて確立すべき新規パスの経路（以下、新規経路という）を求め、その新規経路上のリンクの資源が不足しているか否かを確認する新規経路確認ステップ

(2) 該ラベルスイッチングノードが、上記資源が不足している場合に、上記リンクを通る既設パスの移動先経路として新規又は既設の光パスを求める移動先経路特定ステップ

(3) 該ラベルスイッチングノードが、上記の移動先経路としての光パスへの経路変更を行なうため、その光パスの始点ノードに対して経路変更シグナリングの起動を指示する経路変更シグナリングステップ

(4) 既設パスの新規経路上のノードが、上記経路変更シグナリングを処理して経路変更を実行するとともに、既設パスの旧経路上のノードが上記経路変更シグナリングを処理して既設パスを切断する経路変更ステップ

(5) 該ラベルスイッチングノードが、新規パスの始点ノードに対して新規パス確立シグナリングの起動を指示する新規パス確立シグナリングステップ

(6) 新規パスの始点ノード、中継ノード及び終点ノードが、それぞれ、新規パス確立シグナリングを処理して、上記の経路変更により資源の解放されたリンク上に新規パスを確立する新規パス確立ステップ

【0037】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

#### (A) 基本実施形態の説明

図 1 は本発明の基本実施形態としての MPLS 網（ラベル転送ネットワーク）の一例を示すブロック図で、この図 1 に示す MPLS 網 1 は、7 台のラベルスイッチングノードとしての LSR（以下、単に「ノード」ともいう）2-1 ~ 2-7 をそなえて構成されている。ここで、この図 1 において、LSR#1 ~ LSR#7 は、それぞれ、LSR 2-i

（ただし、i = 1 ~ 7）の識別情報（ノードアドレス）を表し、IF#1 ~ IF#4 は、それぞれ、LSR 2-i のインタフェース（ポート）の識別情報（IF-ID）を表す。

【0038】つまり、この図 1 に示す構成の場合、例えば、LSR 2-1 と LSR 2-2 とは、それぞれ IF-ID = IF#1 で識別されるインタフェース（ポート）により相互に接続されており、LSR 2-2 と LSR 2-3 と

は、LSR 2-2 の IF-ID = IF#2 で識別されるインタフェースと LSR 2-3 の IF-ID = IF#1 で識別されるインタフェースとにより相互に接続されていることになる。なお、他の接続関係も同様である。

【0039】そして、本実施形態の LSR 2-i は、それぞれ、例えば図 2 に示すように、パケット受信部 21、制御パケット受信部 22、経路変更処理部 23、経路情報メモリ 24、LSP 管理情報メモリ 25、ラベル登録／削除部 26、ラベルテーブルメモリ 27、制御パケット送信部 28、ラベル中継部 29 及びパケット送信部 30 をそなえて構成されている。

【0040】ここで、上記のパケット受信部 21 は、LSP の上流側から入力される、ラベルが添付されたパケットデータ（以下、単に「パケット」という）を受信するためのものであり、制御パケット受信部 22 は、経路変更要求（Modify REQ）、ラベル割り当て要求（Label MAP）、ラベル解放要求（Release REQ）、通知メッセージ（Notification MSG）といった自己宛の各種制御（シグナリング）メッセージを受信するためのものである。なお、自己宛の制御パケット以外のパケット（ユーザパケットを含む）は、ラベル中継部 29 で処理される。

【0041】また、経路変更処理部 23 は、上記の制御パケット受信部 22 で受信された経路変更要求（Modify REQ）、ラベル割り当て要求（Label MAP）、ラベル解放要求（Release REQ）、通知メッセージ（Notification）等の制御メッセージ（パケット）に従った処理を行なうためのもので、本実施形態では、次のような処理が可能になっている。

【0042】(1) 自ノード 2-i が経路（LSP）切り替え（変更）を行なうべき途中区間の上流側の切り替え端（上流端ノード）である場合には、経路変更要求（Modify REQ）を送信する。

(2) 自ノード 2-i が上記の途中区間の下流側の切り替え端（下流端ノード）である場合に、経路変更要求（Modify REQ）を受信すると、ラベル割り当て要求（Label MAP）を上流側に返信し、ラベル解放要求（Release REQ）を受信するとそのラベル解放要求（Release REQ）を終端して下流側への転送（中継）を中止する。

【0043】(3) ラベルの登録又は削除が必要な場合に、ラベル登録／削除部 26 に指示を出す。なお、ラベルの登録は、ラベル割り当て要求（Label MAP）を受信した場合に生じ、ラベルの削除は、ラベル解放要求（Release REQ）を受信した場合に生じる。

(4) 経路情報メモリ 24 に保持されている経路情報および LSP 管理情報メモリ 25 に保持されている LSP 管理情報に基づいて、制御メッセージ（Modify REQ, Label MAP, Release REQ, Notification 等）を送るべきノード 2-i を決定し、制御パケットを作成後、その制御パケットを制御パケット送信部 28 に送る。必要な場合には、複数の制御メッセージ（パケット）を作成し、それ

らを制御パケット送信部 28 に送る。

【0044】次に、経路情報メモリ 24 は、ネットワークポロジ（ネットワークの構成（接続形態）に関する管理情報）に基づいて作成された経路情報（経路テーブル）を保持するためのもので、この経路テーブルにより、或る宛先へパケットを送るにはどのノード 2-i へ送るべきか、必要であればどの出力 IF から出力すべきかが経路変更処理部 23 に示されるようになっている。

【0045】また、LSP 管理情報メモリ 25 は、LSP 上の各ノード 2-i の前段（上流側）のノードおよび後段（下流側）のノード 2-i のアドレス等を LSP 管理情報として保持するためのもので、この LSP 管理情報に基づいて、制御パケット（Modify REQ, Label MAP, Release REQ, Notification 等）をどのノードに送信すべきかが経路変更処理部 23 において決定されるのである。

【0046】さらに、ラベル登録／削除部 26 は、経路変更処理部 23 からの指示に従って、必要なラベルを確保してラベルテーブルメモリ 27 に登録するもので、例えば、後述するように、上流端ノード 2-i でラベル登録を行なう場合には、既存上流ラベルに対する新規下流ラベルの登録（対応付け）を行ない、下流端ノード 2-i でラベル登録を行なう場合には、新規上流ラベルに対する既存下流ラベルの登録を行なうようになっている。

【0047】また、ラベルテーブルメモリ 27 は、LSP 毎〔LSP を特定する識別子（LSP-ID；ルート ID）毎〕に、入力 IF 及び入力ラベルに対応する出力 IF 及び出力ラベルを示す情報（対応情報）を格納したテーブル形式のデータ（ラベルテーブル）を保持するものである。なお、以下では、説明の便宜上、ラベルテーブルメモリ 27 に保持された「ラベルテーブル」をラベルテーブル 27 と表記することがあり、ノード 2-1～2-7 における各ラベルテーブル 27 を区別する場合は、それぞれ、ラベルテーブル 27-1～27-7 と表記するものとする。

【0048】次に、図 2 に示す制御パケット送信部 28 は、経路変更処理部 23 で発行された制御パケットをパケット送信部 30 へ転送するものであり、ラベル中継部 29 は、ラベルテーブル 27 に従って受信パケットの出力 IF 及び出力ラベルを決定して、受信パケットにラベルを添付もしくは更新してパケット送信部 30 へ転送するものであり、パケット送信部 30 は、制御パケット送信部 28 及びラベル中継部 29 から転送されてくるパケットを経路変更処理部 23 又はラベル中継部 29 で決定した出力 IF を通じて送信するものである。

【0049】以下、上述のごとく構成された本実施形態の MPLS 網 1（ノード 2-i）の動作について詳述する。

（A1）1 LSP の経路変更手順

まず、或る 1 つの LSP を他の新規 LSP に切り替える（変更する）場合の動作について説明する。この場合、

本実施形態では、経路変更要求（Modify REQ）及びラベル割り当て要求（Label MAP）を、経路変更対象の経路の途中区間の両端ノード 2-i 間でのみ交換して新規経路を確立して、これらの両端ノード 2-i においてそれぞれラベルの対応付けを変更することにより、新旧の LSP を切り替えて経路変更を実現する。以下にその詳細を述べる。

【0050】まず、図 3（A）に示すように、CR-LDP、もしくは、個々のノード 2-1、2-2、2-3、2-5、2-6 に対する各ラベルテーブル 27 の設定により、ノード 2-1 を始点ノード、ノード 2-6 を終点ノードとする LSP 3（LSR#1→LSR#2→LSR#3→LSR#5→LSR#6）（第 1 のデータ転送経路）が既に確立されているものとする。なお、このときの LSP 3 に対するラベルテーブル 27-1、27-2、27-3、27-5、27-6 の登録内容及びリンク関係は、例えば図 3（D）に示すようになっているものとする。また、図 3（A）ではノード 2-7 の図示は省略している（図 4（A）、図 5（A）、図 6（A）においても同様である）。

【0051】そして、障害発生や輻輳発生等のネットワーク状況の変化によって、もしくは、工事などの管理上の都合により、LSP 3 を例えばノード 2-1、2-2、2-4、2-5、2-6 を経由する新たな LSP（第 2 のデータ転送経路；新規経路）4〔図 5（A）参照〕に経路変更を行ないたい場合、本実施形態では、経路変更を行なう切り替え端の上流側のノード（上流端ノード）2-2 から新規経路 4 に沿って切り替え端の下流側のノード（下流端ノード）2-5 まで経路変更要求（Modify REQ）を送信する。

【0052】具体的に、上流端ノード 2-2 は、例えば図 3（B）に示すように、変更対象の LSP 3 の識別子（LSP-ID）と、新規経路 4 の経由ノード 2-4、2-5 のノードアドレス（LSR#4、LSR#5）とを格納した経路変更要求（Modify REQ）31 を経路変更処理部 23 によって生成して制御パケット送信部 28 及びパケット送信部 30 を通じて新規経路 4 の次（下流側）ノードであるノード 2-4 へ送信する。

【0053】つまり、上流端ノード 2-2 における制御パケット送信部 28 及びパケット送信部 30 から成る部分は、新規経路 4 への経路変更要求 31 をその新規経路 4 上に位置する下流側のノード 2-4 へ送信する経路変更要求送信部としての機能を果たすのである。なお、上流端ノード 2-2 から経路変更要求 31 を送信させる（経路変更シグナリングを起動させる）ための指示（トリガ）は、後述するように、管理ノードとしてのルートサーバや管理ノードとして機能する他のノード 2-i によって与えられる。

【0054】さて、上記の経路変更要求 31 を受信したノード 2-4 では、経路変更処理部 23 が、自ノードアドレス（LSR#4）をその経路変更要求 31 から取り出

し、その結果、変更対象のLSP-IDと新規経路4の経由ノード2-5のノードアドレス(LSR#5)とが格納された経路変更要求(Modify REQ2) 32 [図3 (C) 参照] を図3 (A) に示すように新規経路4の次ノードであるノード2-5に送信する。

【0055】この経路変更要求32を受信したノード2-5では、経路変更処理部23が、その経路変更要求32に格納されているノードアドレスが自アドレス(LSR#5)のみであることを確認すると、自ノード2-5が新規経路4の最終端(下流端)であることを認識する。すると、この下流端ノード5から新規経路4にラベルを割り当てるためのラベル割り当て要求(Label REQ)が発行されて経路変更要求31(32)が経由した経路を逆にたどるように上流端ノード2-2まで送信される。

【0056】即ち、下流端ノード2-5では、パケット受信部21及び制御パケット受信部22を通じて上記の経路変更要求32が経路変更処理部23にて受信されると、経路変更処理部23が、その経路変更要求32で指定されたLSP3(以下、旧経路3と表記する場合がある)に関して新たに新規経路4に対する上流ラベル(例えば、C)を割り当てる。

【0057】また、これとともに経路変更処理部23はラベル登録/削除部26に指示を出し、ラベル登録/削除部26は、ラベルテーブル27-5 [図4 (D) 参照] において、旧経路3についての既存の対応関係(対応情報)を残したまま、新規上流ラベル(=C)及び入力IF [経路変更要求32を受信した入力IF (IF-ID=#2)] と旧経路3の既存下流ラベル(=d)及び出力IF (IF-ID=#3) との対応関係(対応情報)を追加登録する。

【0058】これにより、下流端ノード2-5には、入力IF (IF-ID=#2) 及び既存上流ラベル(=c)と出力IF (IF-ID=#3) 及び既存下流ラベル(=d)との対応関係と、入力IF (IF-ID=#2) 及び新規上流ラベル(=C)と出力IF (IF-ID=#3) 及び既存下流ラベル(=d)との対応関係とが設定されることになる。このように、複数のLSPについての入力ラベルを既存LSPについての1つの出力ラベルに対応付ける(これを「ラベルマージ」という)ことによって、経路切り替えの過渡期においても旧経路3は新規経路4とともに有効になるので、経路切り替えの過渡期でのパケットロス回避することができ、無瞬断の経路切り替えを実現することができる。

【0059】つまり、下流端ノード2-5における経路変更処理部23は、経路変更要求32を受信することにより新たに割り当てた新規上流ラベル(=C)と、既に割り当てられている旧経路3の既存上流ラベル(c)との双方を、それぞれ、既に旧経路3に対して割り当てられている既存下流ラベル(=d)と対応付けてラベルマージを行なうラベルマージ部としての機能を有している

ことになる。

【0060】そして、下流端ノード2-5は、図4 (A) 中に示すように、経路変更処理部23によって、新規上流ラベル(=C)とLSP-ID(=1)とを格納したラベル割り当て要求(Label MAP1) 33 [図4 (C) 参照] を、制御パケット送信部28及びパケット送信部30を通じて、新規経路4の前段(上流側)のノード2-4に発行する。

【0061】つまり、下流端ノード2-5において、パケット受信部21及び制御パケット受信部22は、上流側のノード2-4から自己宛の新規経路4への経路変更要求を受信する経路変更要求受信部としての機能を果たし、制御パケット送信部28及びパケット送信部30は、上流側のノード2-4へ新規経路4についての新たなラベルの割り当てを要求するラベル割り当て要求を送信するラベル割り当て要求送信部としての機能を果たすのである。

【0062】そして、この場合の経路変更処理部23は、上記の経路変更要求受信部21、22で経路変更要求32が受信されると、上記の新規経路4の上流側への新たなラベル情報(新規上流ラベル)の割り当てを行なう新規上流ラベル割り当て部としての機能を有していることになる。さらに、経路変更処理部23及びラベル登録/削除部27から成る部分は、この新規上流ラベル割り当て部によって割り当てられた新規上流ラベルと、既に経路変更対象のパケット転送経路(旧経路)3に対して割り当てられている下流側のラベル情報(既存下流ラベル)とを対応付けることにより、旧経路3から新規経路4への経路変更を実行する経路変更制御部としての機能を果たすのである。

【0063】さて、上記のラベル割り当て要求33を受信したノード2-4では、経路変更処理部23が、受信したラベル割り当て要求33に格納されているラベル(=C)を下流ラベルとして割り当てるとともに、新たに上流ラベル(例えば、B)を割り当て、経路変更処理部23からの指示に従ってラベル登録/削除部26が、これらの上流ラベル(=B)と下流ラベル(=C)とをラベルテーブル27-4 [図4 (D) 参照] に新規登録して対応付ける。

【0064】なお、この際、上流ラベル(=B)に対する入力IFについては経路変更要求31を受信した入力IF (IF-ID=#1) が登録され、下流ラベル(=C)に対する出力IFについてはラベル割り当て要求33を受信したIF (IF-ID=#2) が登録される。そして、ノード2-4は、図4 (A) 中に示すように、さらに、経路変更処理部23によって、新たに割り当てた新規上流ラベル(=B)と、旧経路3についてのLSP-ID(=1)とを格納したラベル割り当て要求(Label MAP2) 34 [図4 (B) 参照] を新規経路4の前段のノード2-2に発行する。

【0065】このラベル割り当て要求34を最初の経路変更要求31の送信ノードである上流端ノード2-2がパケット受信部21及び制御パケット受信部22を通じて受信すると、ノード2-2は、経路変更処理部23によって、そのラベル割り当て要求34に格納されているラベル(=B)を新規経路4の下流ラベルとして割り当て、ラベル登録/削除部26によって、ラベルテーブル27-2〔図4(D)参照〕に上記新規下流ラベル(=B)を登録する〔旧経路3(既存上流ラベル=a)に対して既に割り当て済みの既存下流ラベル(=b)を上記新規下流ラベル(=B)に上書き変更する〕。

【0066】なお、この際、新規下流ラベル(=B)に対する出力IFについてはラベル割り当て要求34を受信したIF(IF-ID=#3)に上書き変更される。これにより、上流端ノード2-2における旧経路3から新規経路4〔図5(A)参照〕への経路切り替えがラベルの対応付け変更という簡単な処理で実現される。つまり、上流端ノード2-2において、パケット受信部21及び制御パケット受信部22は、経路変更要求31に対する新規経路4についてのラベル割り当て要求34を下流側の

ノード2-4から受信するラベル割り当て要求受信部としての機能を果たし、経路変更処理部23は、このラベル割り当て要求受信部でラベル割り当て要求34が受信されると、新規経路4の新規下流ラベルの割り当てを行なう新規下流ラベル割り当て部としての機能を有していることになる。

【0067】そして、経路変更処理部23とラベル登録/削除部26とで、上記の新規下流ラベル割り当て部が割り当てた新規下流ラベル(=B)と、旧経路3に対して既に割り当てられている既存上流ラベル(=a)とを

対応付けることにより、旧経路3から新規経路4への部分的な経路変更を実行する経路変更制御部としての機能が実現されているのである。

【0068】さて、上記の旧経路3から新規経路4への切り替えの後、上流端ノード2-2は、旧経路3についてのラベル資源を解放するために、ラベル解放要求(Release REQ)を旧経路3に沿って下流端ノード2-5まで送信する。即ち、上流端ノード2-2は、経路変更処理部23によって、旧経路3の下流ラベル(=b)を解放するとともに、図5(A)に示すように、旧経路3の下

流側のノード2-3にラベル解放要求(Release REQ1)35を発行(生成・送信)する。このラベル解放要求35には、例えば図5(B)に示すように、ラベル解放対象の旧経路3の識別子(LSP-ID)と、自ノード2-2で解放したラベル(=b)(次ノード2-3が解放すべき上流ラベル)が格納される。

【0069】つまり、上流端ノード2-2の経路変更処理部23は、上述のごとく既存上流ラベル(=a)と新規下流ラベルとの対応付けを行なった後、旧経路3の既存下流ラベル(=b)の割り当てを解放するとともに、

旧経路3上に位置する下流側のノード2-3に対するラベル解放要求35を発行するラベル解放要求発行部としての機能を有しているのである。

【0070】上記のラベル解放要求35を受信したノード2-3は、経路変更処理部23によって、そのラベル解放要求35で指定された上流ラベル(=b)と、旧経路3の下流ラベル(=c)とをそれぞれ解放するとともに、旧経路3の次ノード2-5に、ラベル解放要求(Release REQ2)36を発行する。このラベル解放要求36には、ラベル解放対象の旧経路3の識別子(LSP-ID)と、自ノード2-3で解放したラベル(=c)(次ノード2-5が解放すべき上流ラベル)が格納される。

【0071】このラベル解放要求36を受信した下流端ノード2-5は、上述した「ラベルマージ」により、ラベルテーブル27-5において削除せずに保存した対応情報〔入力IF(IF-ID=#1)及び既存上流ラベル(Label=c)と出力IF(IF-ID=#3)及び既存下流ラベル(Label=d)との対応関係;図4(D)中に示すラベルテーブル27-5の上段のエントリ〕をラベル登録/削除部26によって削除する(「ラベルマージ」を解除する)とともに、受信したラベル解放要求36で指定された上流ラベル(=c)を解放する。これにより、下流端ノード2-5における旧経路3から新規経路4への経路切り替えが行なわれる。

【0072】つまり、下流端ノード2-5のラベル登録/削除部26は、旧経路3についてのラベル解放要求36を受信した時点で、旧経路3の上流ラベルのみを解放することにより、上記の「ラベルマージ」を解除して旧経路3から新規経路4への部分的な経路変更を実行するラベルマージ解除部としての機能を有しているのである。

【0073】以上のようにして、ラベル解放要求35、36が旧経路3上を中継されてゆくことにより、旧経路3上のノード2-2、2-3、2-5において確保しておく必要のなくなったラベル資源を確実に解放することができる。なお、上記のラベル解放要求36を受信したノード2-5は、例えば、ラベル割り当て要求33の最初の送信ノードであることを示す情報(送信表示情報)を経路変更処理部23内のメモリ231(図2参照)等に記憶しておくことで、自ノード2-5が下流端ノードであることを認識し、受信したラベル解放要求36を終端して下流側(ノード2-6)への中継を中止する。

【0074】つまり、この下流端ノード2-5における経路変更処理部23は、旧経路3についてのラベル解放要求36を旧経路3の上流側のノード2-3から受信すると、そのラベル解放要求36を旧経路3の下流側(ノード2-6)へ転送するか否かを判断するラベル解放要求転送判断部としての機能を有しており、さらに、このラベル解放要求転送判断部が、以下に示す各部としての機能を有していることになる。

【0075】(1) 前述したラベル割り当て要求送信部（制御パケット送信部 28 及びパケット送信部 30）によってラベル割り当て要求 31 を最初に送信したことを表す送信表示情報を記憶するメモリ 231

(2) ラベル解放要求 36 を受信した場合にメモリ 231 に上記の送信表示情報が記憶されていると、自己が経路変更対象途中区間の下流端に位置するノードであることを認識して、そのラベル解放要求 36 を旧経路 3 の下流側へは転送せずに終端するラベル解放要求終端部 10 10、上記のラベル解放要求 36 を下流側へ転送するか否かの判断は、下流端ノード 2-5 のラベルテーブル 27-5 に、前述した「ラベルマージ」により複数のエントリが存在するか否かによって行なってもよい。即ち、上記のラベル解放要求転送判断部には、以下に示す各部の機能をもたせるようにしてもよい。

【0076】(1) 前述した「ラベルマージ」が行なわれているか否かを判断するラベルマージ判断部

(2) ラベル解放要求 36 を受信した場合に、このラベルマージ判断部にて「ラベルマージ」が既になされていると判断されると、自己が経路変更対象途中区間の下流端 20 20 に位置するノードであることを認識して、ラベル解放要求 36 を旧経路 3 の下流側へは転送せずに終端するラベル解放要求終端部 10 10、いずれの場合も、自ノード 2-5 が上流側から受信したラベル解放要求 36 を下流側へは転送（中継）しない下流端ノードであることは、ラベル割り当て要求 31 を最初に送信したことをメモリ 231 に記憶しておく、あるいは、上述した「ラベルマージ」が成されているか否かによって、簡単に認識することができるので、下流端ノード 2-5 がラベル解放要求を転送しないことによって、自ノード 2-5 から下流の旧経路 3 を解放してしまうことを回避することが可能である。

【0077】一方、上流端ノード 2-2 では、図 6

(A) に示すように、ラベル解放要求 35 を送信した後、LSP 3 の途中で経路変更が行なわれたことを、旧経路 3 の始点ノード 2-1 に対して通知メッセージ（Notification MSG）37 を送信することで通知する。この通知メッセージ 37 には、例えば図 6 (B) に示すように、経路変更が行なわれた LSP 3 の LSP-ID (=1) と、新規経路 4 上のノード 2-2, 2-4, 2-5 のノードアドレス（LSR#2, LSR#4, LSR#5）とが格納される。

【0078】以上のように、本実施形態によれば、経路変更対象 LSP の経路途中のノード 2-2, 2-5 間においてのみ、経路変更のための制御メッセージ（経路変更要求、ラベル割り当て要求及びラベル解放要求）を送受することにより、部分的な経路変更が可能になるので、従来に比して、経路変更に要する時間を短縮化して高速な経路変更を行なえるとともに、送受すべき制御メッセージ（パケット）数を削減して経路変更に関係の無いノードへの余分な制御トラヒックの増大を抑制するこ

とが可能になる。

【0079】特に、上述した例では、下流端ノード 2-5 において、上流側から受信したラベル解放要求 36 を下流側へは中継しないので、経路変更に関係の無いノード 2-6 に対する余分な制御トラヒックの増大が、より一層抑制されている。また、上述した下流端ノード 2-5 での「ラベルマージ」により、経路切り替えの過渡期においても旧経路 3 は有効（使用可能）であるため、経路切り替えの過渡期における旧経路 3 と新規経路 4 との距離差等に起因するパケットロス削減でき、上位レイヤでのパケットロスによる再送制御負担を軽減することができる。通信の信頼性を向上することができる。

【0080】(A2) 1 LSP の経路変更手順の変形例  
上述した例では、経路切り替えの過渡期におけるパケットロスを防止するために、下流端ノード 2-5 において「ラベルマージ」を行なっているが、この「ラベルマージ」を行わずに経路切り替えを実行することもできる。即ち、図 3 (A) ~ 図 3 (D) により前述したように、経路変更要求 32 を下流端ノード 2-5 が受信すると、下流端ノード 2-5 は、経路変更要求 32 で指定された旧経路 3 に関して新たに新規経路 4 に対する上流ラベル（例えば、C）を割り当てるとともに、ラベルテーブル 27-5（図 7 (D) 参照）において、新規上流ラベル (=C) 及び入力 IF（経路変更要求 32 を受信した入力 IF（IF-ID=#2））と旧経路 3 の既存下流ラベル (=d) 及び出力 IF（IF-ID=#3）との対応関係（対応情報）を既存のエントリに対して上書き登録する。これにより、下流端ノード 2-5 における経路切り替えが行なわれたことになる。

【0081】その後は、図 4 (A) ~ 図 4 (D) により前述した動作と同様に、図 7 (A) ~ 図 7 (C) に示すごとく、ラベル割り当て要求 33 がノード 2-5 からノード 2-4 へ送信され、ラベル割り当て要求 34 がノード 2-4 からノード 2-2 へ送信されることにより、図 7 (D) に示すように、ノード 2-4 においてラベルテーブル 27-4 が新規作成され、ノード 2-2 においてラベルテーブル 27-2 が更新されて、上流端ノード 2-2 における経路切り替えが実行される。

【0082】そして、この場合も、旧経路 3 についてのラベル資源を解放するために、ラベル解放要求（Release REQ）が旧経路 3 に沿って下流端ノード 2-5 まで送信され、ノード 2-2, 2-4, 2-5 において、それぞれ、旧経路 3 のラベルが解放される。なお、下流端ノード 2-5 では、この場合、ラベルマージを行っていない（既に経路切り替えが行なわれている）ので、単純に、ノード 2-4 から受信されるラベル解放要求 36

（図 5 (A) 及び図 5 (C) 参照）で指定された上流ラベル (=c) を解放する。

【0083】以降の動作（下流端ノード 2-5 でのラベ

ル解放要求の中継中止や、上流端ノード 2-2 から始点ノード 2-1 への通知メッセージ (Notification) 37 の送信等) については、前記の動作と同様である。

#### (A3) 複数の LSP の経路変更

次に、以下では、複数の LSP の経路変更を一括して行なう場合の手順について詳述する。

【0084】まず、例えば図 8 (A) に示すように、CR-LDP、もしくは、個々のノード 2-1、2-2、2-3、2-4、2-6、2-7 に対する設定により、LSP 3a (LSR#1→LSR#2→LSR#3→LSR#5→LSR#6) と、LSP 3b (LSR#1→LSR#2→LSR#3→LSR#7→LSR#5→LSR#6) とが既に確立されていると仮定する。即ち、例えば図 9

(D) に示すように、各ノード 2-1、2-2、2-3、2-4、2-6、2-7 のラベルテーブル 27 にそれぞれ LSP 3a (LSP-ID=1) 及び LSP 3b (LSP-ID=2) についての 2 つのエントリが登録されているものとする。

【0085】かかる状態で、障害発生や輻輳発生等のネットワーク状況の変化によって、もしくは、工事などの管理上の都合等により、各 LSP 3a、3b の経路変更を行ないたい場合〔例えば図 10 (A) に示すように、ノード 2-2 とノード 2-3 との間の伝送路が使用できなくなり、各 LSP 3a、3b を、それぞれノード 2-4 を経由する LSP (新規経路) 4 に変更したい場合等〕には、上流端ノード 2-2 から新規経路 4 に沿って下流端ノード 2-5 まで経路変更要求 (Modify REQ) を送信する。

【0086】即ち、上流端ノード 2-2 は、例えば図 8 (B) に示すように、経路変更対象となる複数の LSP 3a、3b の識別子 (LSP-ID=1,2) と、新規経路 4 の経由ノード 2-4、2-5 のノードアドレス (LSR#4、LSR#5) とを格納した経路変更要求 (Modify REQ1) 41 を経路変更処理部 23 において生成し、制御パケット送信部 28 及びパケット送信部 30 を通じて、新規経路 4 の次ノード 2-4 へ送信する。

【0087】つまり、この場合の上流端ノード 2-2 における経路変更処理部 23 は、複数の旧経路 3a、3b に関する情報を格納した経路変更要求 (複数経路変更要求) 41 を発行する複数経路変更要求発行部としての機能を有していることになる。上記の経路変更要求 41 を受信したノード 2-4 では、この場合も、経路変更処理部 23 が、自ノードアドレス (LSR#4) をその経路変更要求 41 から取り出し、その結果、経路変更対象の複数の LSP-ID と新規経路 4 の経由ノード 2-5 のノードアドレス (LSR#5) とが格納された経路変更要求 (Modify REQ2) 42 [図 8 (C) 参照] を図 8 (A) 中に示すように新規経路 4 の次ノードであるノード 2-5 に送信する。

【0088】この経路変更要求 42 が下流端ノード 2-5 で受信されると、当該下流端ノード 2-5 から新規経

路 4 にラベルを割り当てるためのラベル割り当て要求

(Label MAP) が、経路変更要求 41、42 が経由した経路を逆にたどるように上流端ノード 2-2 まで送信される。即ち、下流端ノード 2-5 では、パケット受信部 21 及び制御パケット受信部 22 を通じて上記の経路変更要求 42 が受信されると、経路変更処理部 23 が、複数の LSP 3a、3b のそれぞれについて新規上流ラベル (例えば、LSP 3a について C、LSP 3b について M とする) を割り当てるとともに、ラベル登録/削除部 26 が、ラベルテーブル 27-5 [図 10 (F) 参照] において、各新規上流ラベル (=C、M) 及び入力 IF [経路変更要求 32 を受信した入力 IF (IF-ID=#2)] と、旧経路 3a、3b の既存下流ラベル (=d、p) 及び出力 IF (IF-ID=#3) との対応関係 (対応情報) を登録する。

【0089】つまり、この場合の下流端ノード 2-5 におけるパケット受信部 21 及び制御パケット受信部 22 は、複数の旧経路 3a、3b に関する情報を格納した経路変更要求 (複数経路変更要求) 42 を新規経路 4 の上流側のノード 2-4 から受信する複数経路変更要求受信部としての機能を果たしていることになる。そして、経路変更処理部 23 は、上記の複数ラベル割り当て要求受信部で経路変更要求 42 が受信されると、新規上流ラベルを複数割り当てる複数新規上流ラベル割り当て部としての機能を有しており、さらに、経路変更処理部 23 及びラベル登録/削除部 26 は、この複数新規上流ラベル割り当て部によって割り当てられた各新規上流ラベル (C、M) と、複数の既存下流ラベル (d、p) とをそれぞれ対応付けることによって、複数の旧経路 3a、3b から新規経路 4 への一括経路変更を実行する一括経路変更部としての機能を果たするのである。

【0090】これにより、下流端ノード 2-5 には、経路変更対象の複数の LSP 3a、3b (LSP-ID=1,2) に対応して、入力 IF (IF-ID=#2) 及び新規上流ラベル (=C) と出力 IF (IF-ID=#3) 及び既存下流ラベル (=d) との対応関係と、入力 IF (IF-ID=#2) 及び新規上流ラベル (=M) と出力 IF (IF-ID=#3) 及び既存下流ラベル (=p) との対応関係とがそれぞれ設定されることになる。

【0091】そして、下流端ノード 2-5 は、図 9

(A) 及び図 9 (C) に示すように、経路変更対象の複数の LSP 3a、3b の識別子 (LSP-ID=1,2) と、それぞれに対応するラベル (=C、M) とを格納したラベル割り当て要求 (Label MAP1) 43 を経路変更処理部 23 において生成し、制御パケット送信部 28 及びパケット送信部 30 を通じて、新規経路 4 の上流側のノード 2-4 に対して送信する。

【0092】つまり、この場合の下流端ノード 2-5 における経路変更処理部 23 は、上述したように複数経路変更要求受信部として機能するパケット受信部 30 及び

制御パケット送信部28で経路変更要求42が受信されると、複数の旧経路3a、3bに関する情報を格納したラベル割り当て要求(複数ラベル割り当て要求)43を新規経路4の上流側へ発行する複数ラベル割り当て要求発行部としての機能も有していることになる。

【0093】さて、上記のラベル割り当て要求43をパケット受信部21及び制御パケット受信部22を通じて受信したノード2-4では、経路変更処理部23が、受信したラベル割り当て要求43に格納されている複数のラベル(=C、M)をそれぞれ下流ラベルとして割り当てるとともに、新たにそれぞれに対する複数の上流ラベル(例えば、B、N)を割り当てる。そして、この割り当てを行なった経路変更処理部23からの指示に従って、ラベル登録/削除部26が、これらの上流ラベル(=B、N)と下流ラベル(=C、M)とをそれぞれラベルテーブル27-4【図10(F)参照】に登録して対応付ける。

【0094】なお、この際、上流ラベル(=B、N)に対する入力IFについてはそれぞれ経路変更要求41を受信した入力IF(IF-ID=#1)が登録され、下流ラベル(=C、M)に対する出力IFについてはラベル割り当て要求43を受信したIF(IF-ID=#2)が登録される。つまり、この場合のノード2-4におけるパケット受信部21及び制御パケット受信部22から成る部分は、複数の経路変更先のパケット転送経路(新規経路)4に関する情報が格納されたラベル割り当て要求(複数ラベル割り当て要求)43を受信する複数ラベル割り当て要求受信部としての機能を果たしていることになる。

【0095】また、経路変更処理部23は、上記のラベル割り当て要求43が上述のごとく複数ラベル割り当て要求受信部として機能するパケット受信部21及び制御パケット受信部22にて受信されると、複数の新規経路4の上流側及び下流側に対してそれぞれ新たなラベル【新規上流ラベル(B、N)及び新規下流ラベル(C、M)】を割り当てる複数新規ラベル割り当て部としての機能を有し、さらに、経路変更処理部23及びラベル登録/削除部26は、複数の新規経路4についての新規上流ラベル(B、N)と新規下流ラベル(C、M)とを対応付けることによって、複数の新規経路4を一括して確立する一括経路確立部としての機能を果たしていることになる。

【0096】そして、ノード2-4は、図10(A)中に示すように、さらに、経路変更処理部23によって、複数の旧経路3a、3bの識別子(LSP-ID=1,2)と、それぞれに対して新たにノード2-4で割り当てた複数の新規上流ラベル(=B、N)とを格納したラベル割り当て要求(Label MAP2)44【図10(B)参照】を新規経路4の前段のノード2-2に発行する。

【0097】このラベル割り当て要求44を最初の経路変更要求41の送信ノードである上流端ノード2-2が

パケット受信部21及び制御パケット受信部22を通じて受信すると、下流端ノード2-2は、経路変更処理部23によって、そのラベル割り当て要求44に格納されている複数のラベル(=B、N)をそれぞれ新規経路4の下流ラベルとして割り当てる。

【0098】つまり、この場合の上流端ノード2-2におけるパケット受信部21及び制御パケット受信部22は、前述した複数経路変更要求発行部としての機能により発行した経路変更要求41に対して複数の旧経路3a、3bに関する情報が格納されたラベル割り当て要求(複数ラベル割り当て要求)44を受信する複数ラベル割り当て要求受信部としての機能を果たし、経路変更処理部23は、この複数ラベル割り当て要求受信部でラベル割り当て要求44が受信されると、新規下流ラベルを複数割り当てる複数新規下流ラベル割り当て部としての機能を有しているのである。

【0099】そして、経路変更処理部23は、ラベル登録/削除部26に対して複数の新規下流ラベル(=B、N)の登録指示を与え、これにより、ラベル登録/削除部26は、ラベルテーブル27-2【図10(D)参照】に上記の各新規下流ラベル(=B、N)をそれぞれ登録する【旧経路3a、3b(既存上流ラベル=a、1)に対してそれぞれ既に割り当て済みの各既存下流ラベル(=b、m)を上記の各新規下流ラベル(=B、N)に上書き更新する】。

【0100】なお、この際、各新規下流ラベル(=B、N)に対する出力IFについてはラベル割り当て要求44を受信したIF(IF-ID=#3)に更新される。これにより、上流端ノード2-2における複数のLSP3a、3bから新規経路4への経路切り替えが一括して行なわれる。つまり、この場合の上流端ノード2-2における経路変更処理部23は、上記の複数新規下流ラベル割り当て部によって割り当てられた各新規下流ラベル(B、N)と、複数の既存上流ラベル(=a、1)とをそれぞれ対応付けることによって、複数の旧経路3a、3bから新規経路4への一括経路変更を実行する一括経路変更部としての機能も有していることになる。

【0101】このように、本例の場合は、新規経路の確立等の1イベントに対して、複数旧経路3a、3bを、一括且つ高速に、新規経路4に経路変更することができるので、より多くの資源を一度に解放して他の新規経路のために割り当てたりすることができるのと同時に、旧経路3a、3bと新規経路4との間の高速切り替えが可能である。

【0102】さて、このような一括切り替えの後、上流端ノード2-2は、旧経路3a、3bについてのラベル資源を解放するために、各旧経路3a、3bに沿ってラベル解放要求(Release REQ)を下流端ノード2-5まで送信する。即ち、まず、上流端ノード2-2は、経路変更処理部23によって、各旧経路3a、3bに関する

下流ラベル(=b, m)を解放するとともに、図10

(A)中に示すように、旧経路3a, 3bにおける次ノード2-3にラベル解放要求(Release REQ1)45を発行する。このラベル解放要求45には、例えば図10

(B)に示すように、変更対象の複数のLSP-ID(=1,2)と、解放した複数のラベル(=b, m)(次ノード2-3が解放すべき上流ラベル)が格納される。

【0103】つまり、この場合の経路変更処理部23は、上記の複数の旧経路3a, 3bについての経路変更を実行した後、複数の旧経路3a, 3bについてのラベル(=b, m)を解放する複数の旧経路ラベル情報解放部としての機能と、複数の旧経路3a, 3bについてのラベル解放要求(複数ラベル解放要求)45を下流端ノード2-5へ向けて発行する複数ラベル解放要求発行部としての機能を有していることになる。

【0104】そして、上記のラベル解放要求45を受信したノード2-3は、そのラベル解放要求45で指定された複数の上流ラベル(=b, m)と、複数の旧経路3a, 3bについての下流ラベル(=c, n)を解放する。さらに、ノード2-3は、LSP-ID=1の旧経路3aの次ノードがノード2-5、LSP-ID=2の旧経路3bの次ノードがノード2-7と分岐しているため、それぞれのノード2-5, 2-7に対して、ラベル解放要求(Release REQ2,3)46, 47を発行する。なお、勿論、ノード2-5, 2-7に対するラベル解放要求は、分岐点である本ノード2-3からではなく、上流側のノード2-2から個別に発行することもできる。

【0105】ここで、ノード2-5へのラベル解放要求(Release REQ2)46には、例えば図10(C)に示すように、変更対象の旧経路3aの識別子(LSP-ID=1)と、ノード2-3で解放した旧経路3aの下流ラベル(=c)(次ノード2-5が解放すべき上流ラベル)とが格納される。一方、ノード2-7へのラベル解放要求(Release REQ3)47には、例えば図10(D)に示すように、変更対象の旧経路3bの識別子(LSP-ID=2)と、ノード2-3で解放した旧経路3bの下流ラベル(=n)(次ノード2-7が解放すべき上流ラベル)とが格納される。

【0106】そして、このラベル解放要求47を受信したノード2-7は、そのラベル解放要求47で指定されている旧経路3b(LSP-ID=2)のエントリをラベルテーブル27-7[図9(D)参照]から削除し、同じラベル解放要求47に指定されているラベル(=n)の解放を行なうとともに、そのラベル(=n)に対応する下流ラベル(=o)の解放を行なう。

【0107】その後、ノード2-7は、図10(A)及び図10(E)に示すように、旧経路3bの識別子(LSP-ID=2)と、自ノード2-7で解放した旧経路3bの下流ラベル(=o)(次ノード2-5が解放すべき上流ラベル)とを格納したラベル解放要求(Release REQ4)48を、旧経路3bの次ノード(下流端ノード)2-5に対して

発行する。

【0108】そして、下流端ノード2-5は、ノード2-3からのラベル解放要求46を受信することにより、そのラベル解放要求46に指定されている一方の旧経路3a(LSP-ID=1)の上流ラベル(=c)を解放し、ノード2-7からのラベル解放要求48を受信することにより、そのラベル解放要求48に指定されている他方の旧経路3b(LSP-ID=2)の上流ラベル(=o)を解放する。

【0109】なお、この場合も、下流端ノード2-5は、ラベル割り当て要求43の最初の送信ノードであることを示す情報を経路変更処理部23のメモリ231に記憶しておくことにより、自ノード2-5が下流端ノードであることを認識して、受信したラベル解放要求46, 48を終端して下流側(ノード2-6)への中継を中止する。

【0110】また、上流端ノード2-2は、ラベル解放要求45をノード2-3へ送信した後、旧経路3a, 3bの途中でそれぞれ経路変更が行なわれたことを、旧経路3の始点ノード2-1に対して通知メッセージ(Notification MSG)を送信することで通知することもできる。この場合の通知メッセージには、経路変更が行なわれた複数の旧経路のLSP-ID(=1,2)と、新規経路4上のノード2-2, 2-4, 2-5のノードアドレス(LSR#2, LSR#4, LSR#5)とを格納すればよい。

【0111】さらに、上記の場合も、下流端ノード2-5において、ラベル解放要求46, 48を受信するまで、旧経路3a, 3bについてのラベルテーブル27-5をそれぞれ削除せずに維持しておき、ラベルマージしておけば、各経路3a, 3bについての経路切り替え過渡期のパケットロスを防止することができ、無瞬断の経路切り替えが可能になる。

【0112】(A4) 経路変更の通知

上述した経路変更要求31, 32, 41, 42や、ラベル割り当て要求33, 34, 43, 44には、いずれも、LSPがどの経路を通っているかを示す情報が格納されていないため、当該LSP上のノード2-iは、そのLSPが他のどのノード2-iを経由しているかを把握できない。

【0113】そこで、これらの経路変更要求31, 32, 41, 42及びラベル割り当て要求33, 34, 43, 44のいずれか、もしくは、全てに經由ノード2-iの情報(ノードアドレス)を格納する、もしくは、経路変更要求31, 32, 41, 42を中継する際に自ノードアドレスを削除しないようにすれば、LSPが經由する各ノード2-iは、対象のLSPが他のどのノード2-iを経由しているかを把握することができる。

【0114】このような場合において、前述したように途中経路を変更した場合には、経路変更に関係しなかったノード2-iに経路変更情報を通知する必要になる場



合がある。この場合、始点ノード 2-1 へは、図 6

(A) 及び図 6 (B) により前述したように、上流端ノード 2-2 が通知メッセージ 37 により経路変更情報を通知すればよく、終点ノード 2-6 へは、下流端ノード 2-5 が、ラベル割り当て要求 33, 34, 43, 44 を送信した後、もしくは、ラベル解放要求 36, 46, 48 を受信した後等に、同様に通知メッセージ 37 を発行すればよい。

【0115】また、例えば、始点ノード 2-1 と上流端ノード 2-2 との間に、さらに他のノードが 1 台以上存在している場合には、上流端ノード 2-2 から LSP に沿って上流側へ通知メッセージ 37 を送信して、当該通知メッセージ 37 を受信したノードでそれぞれそのメッセージ内容を獲得 (コピー) するようにすることで、経路変更に関係の無い、上流端ノード 2-2 よりも上流側のノードにおいても経路変更後の LSP を把握できるようになる。

【0116】同様に、終点ノード 2-6 と下流端ノード 2-5 との間にさらに他のノードが 1 台以上存在している場合には、下流端ノード 2-5 から LSP に沿って下流側へ通知メッセージ 37 を送信して、当該メッセージ 37 を受信したノードでそれぞれそのメッセージ内容を獲得 (コピー) するようにすることで、経路変更に関係の無い、下流端ノード 2-5 よりも下流側のノードにおいても経路変更後の LSP を把握できるようになる。

【0117】なお、上述した例では、通信 (受信) データをパケットデータとしてラベルにより電氣的にスイッチングする場合の経路変更であるが、例えば、後述するように通信データを光信号として転送する場合には、MPLS のラベルとしてその光信号の波長情報を用いれば、光レベルでも上記の例と同様の経路変更が実施可能であり、上記と同様の作用効果が得られる。以下に、その一例を挙げる。

【0118】(B) ハイブリッドネットワーク (パチャルルータネットワーク) への適用近年のインターネットトラヒックの爆発的な増加により、ネットワークの大容量化が急務となっている。現在、ルータ間でポイントツーポイント (point-to-point) WDM (Wavelength Division Multiplex) 伝送が導入され、伝送路の高速化が図られている。

【0119】しかし、WDM 伝送の終端点である電気スイッチ (パケットスイッチ) (ラベルスイッチングノード) での電気処理がボトルネックになっている。これを解消して伝送容量を大容量化するために、近年、通信データを光レベルでルーティング (スイッチング) する光スイッチ (光スイッチングノード) が導入されつつある。

【0120】この光スイッチは、電気スイッチに比して容易に伝送容量の大容量化を実現できるので、次世代の IP ネットワークのバックボーンを構成するスイッチと

して有力である。しかしながら、光スイッチのみでバックボーンを構成すると、エッジルータ間のコネクティビティの確保のために、エッジルータ数の 2 乗に比例する光パスが必要になり、スケーラビリティが問題になる。これに対し、電気スイッチには、柔軟な網構築が可能であるパケット多重により網資源を有効活用できる等の利点がある。

【0121】そこで、近年、これらの光スイッチ及びパケットスイッチの双方の利点を活かしたハイブリッドネットワーク (パチャルルータネットワーク) の構築が望まれている。即ち、光スイッチとパケットスイッチとを組み合わせることで、エッジルータ間のコネクティビティを確保しながら大容量な伝送にも対応できるようなネットワークの構築が必要とされている。

【0122】このようなハイブリッドネットワークは、例えば、トラヒック量の少ないエッジルータ間はパケットスイッチで他の LSP とアグリゲートしながら光パスで伝送することにより、少ない光パス数で多くのコネクティビティを確保し、トラヒック量の多いエッジルータ間には、直接、光パスを設定することにより、大容量化を図ることで実現される。

【0123】このようなハイブリッドネットワークの能力を最大限に引き出すためには、光スイッチでパケットスイッチをショートカットするトラヒックと、パケットスイッチでアグリゲートされるトラヒックとを明示的に指定し、さらに需要に応じてこれらをダイナミックに入れ替える必要がある。即ち、ダイナミックなトラヒック変動等に適応して、光レイヤのパス (光パス) を確立/削除し、この上を流れているパケットレイヤのパス (LSP) を移動するような制御が必要である。

【0124】(B1) L1/L2 連携制御の必要性  
即ち、光スイッチによる L1 パス (光パス) は、1/10GbE, OC (Optical Carrier) -48/192 のような高速通信路であるが、データフローを運ぶ L2 パス (LSP: Label Switched Path) の中には、数 Mbps ~ 数百 Mbps という小さな帯域のものもある。そのため、パケットスイッチで複数の LSP を多重化し、網資源の効率化を図る必要がある。しかし、多くの LSP 確立要求が発生し、多数の LSP が確立されると、パケットスイッチの資源が不足する。そこで、LSP の経路を変更し (パケットスイッチを迂回させ)、資源不足を回避する必要がある (図 14 参照)。

【0125】このような制御を行なうハイブリッドネットワークの一例を図 11 に模式的に示す。この図 11 において、5 はそれぞれアクセス網、6 はそれぞれエッジルータ、7 はそれぞれ光スイッチ 7a とパケットスイッチ 7b との複合スイッチを表し、各複合スイッチ 7 によりアクセス網 5 に対するバックボーン (ハイブリッドネットワーク) 8 が構築されている。なお、エッジルータ 6 は複合スイッチ 7 であってもなくてもよい。

【0126】そして、9はコントロールプレーンを表し、このコントロールプレーン9は、ハイブリッドネットワーク8の状態(ネットワークトポロジー情報等)やオペレータ/ユーザからの要求(新規LSP追加要求や特定の既設LSPに対する帯域増加要求等)を元に適応的に光パスやLSPを操作して、パケットスイッチ7bを通過するトラヒックと、光スイッチ7aでパケットスイッチ7bをショートカットするトラヒックとをダイナミックに入れ替える機能をもつものである。

【0127】ここで、パケットのレイヤと光のレイヤのパスを設定するために、コントロールプレーン9は、例えば、GMPLS (Generalized MPLS) シグナリング(参考文献MPLS Working Group Internet Draft LDP State Machine (draft-ietf-mpls-ldp-state-04.txt), "Christophe Boscher, Pierrick Cheval, Alcatel Liwen Wu, Cisco, Eric Gray, Sandburst", March 2000参照)を用いる。

【0128】このような適応制御のトリガとしては、トラヒック量の測定によるトラヒック量の変動の検出、輻輳発生検出、故障の検出、あるいは、ユーザからの明示的な帯域要求によることが考えられる。以下では、ユーザからの明示的な要求をトリガとして考える。

#### (B2) 制御機能の配備

コントロールプレーン9の機能については、集中的に管理ノードとしてのサーバ(ルートサーバ)にもたせるモデル、および、ネットワーク8上の各ノード(複合スイッチ)7に分散してもたせるモデルの2種類が考えられる。以下、それぞれについて説明する。

【0129】(1) コントロール機能をルートサーバに集中配備するモデル(図12参照) この図12に示すモデルの動作を説明する。ユーザから新しいLSPの要求(新規パス要求)、あるいは、既存LSPの帯域増加要求を或るノード7(エッジルータ6でもよい)が受信する(①)と、その要求はルートサーバ10に送られる

(②; 要求転送ステップ)。ルートサーバ10では、既存の光パス上でこの要求に対するLSPを収容できるかどうかを判断する。

【0130】即ち、ルートサーバ10は、上記の要求を受けることにより、ネットワークトポロジー情報に基づいて確立すべき新規LSPの経路(新規経路)を計算して求め、求めた新規経路上のリンク(既存光パス)の資源(この場合は帯域)が不足しているか否かを確認する(新規経路確認ステップ)。その結果、既存光パスの帯域が不足しており既存光パス上で新規LSPを収容できない場合には、帯域が不足している既存光パス(例えば図12に示す輻輳が予想される点11)を通過しているLSPのうちの一部を光パスでショートカットすることにより、要求帯域を収容しようとする。このため、ルートサーバ10は、まず、どのLSPを光パスでショートカットするかを決定し(③)、ショートカットのための光パスのルートを計算する。

【0131】即ち、ルートサーバ10は、リンクの帯域が不足している場合に、そのリンクを通る既設LSPの移動先経路として新規(又は既設でもよい)の光パスを求める(移動先経路特定ステップ)。そして、ルートサーバ10は、ショートカットのための光パスを新たに確立する必要がある(つまり、他の既設光パスでも新規LSPを収容できない)なら、確立すべき新規光パスの始点ノードに対して、例えば「GMPLS」のシグナリング

(光パス確立シグナリング; 詳細については後述)を起動するように指示する(新規光パス確立シグナリングステップ)。

【0132】これにより、新規光パスの始点ノード、中継ノード及び終点ノードが、それぞれ、上記の光パス確立シグナリングを処理して、ショートカット用の新規光パス(以下、ショートカット光パスという)を確立する。その後、ルートサーバ10は、帯域が足りないリンクを通過していた既設LSPの一部を上述のごとく確立されたショートカット光パスへ移動(経路変更)するため、経路変更の始点ノードに対して上述した実施形態の経路変更シグナリング(経路変更要求)を送信するように通知する(トリガを与える; ④)。

【0133】これにより、既設LSPの新規経路上のノードは、経路変更シグナリング(経路変更要求、ラベル割り当て要求)を処理して既設LSPのショートカット光パスへの経路変更を実施する。一方、既設LSPの旧経路上のノードは、経路変更シグナリング(ラベル解放要求)を処理して既設LSPを切断する(⑤; 経路変更ステップ)。

【0134】次いで、ルートサーバ10は、ユーザから要求により確立すべき新規LSPの始点ノードに対してLSP確立シグナリング(新規パス確立シグナリング)の起動を指示する(新規パス確立シグナリングステップ)。これにより、新規LSPの始点ノード、中継ノード及び終点ノードが、それぞれ、LSP確立シグナリングを処理して、要求された新規LSPを設定する(⑥、⑦; 新規パス確立ステップ)。なお、既設LSPのより具体的な移動手法については後述する。

【0135】以上のようにして、新規LSPを追加する際に、或る特定のノード間のリンク上の既設LSPの一部をショートカット光パスに移動して当該リンクに余り資源を作り、そこに新規LSPを確立することができる。このモデルの利点はトポロジーやリソースの情報をルートサーバ10で一元管理しているので、複数のデータベースを同期させる必要がないこと、および、常に最新のトポロジー/リソース情報を基に制御が行なわれることである。逆に、このモデルの課題は、全ての要求が一つのサーバ10を通過することによるボトルネックの発生である。即ち、本モデルは、要求発生頻度が少ないときにはうまく動作するが、要求発生頻度が多い場合にはサーバ10の増強や、ネットワーク8のサブネットワ

ークへの分割、あるいは分散モデルを選択する等の対処が必要である。

【0136】(2) コントロール機能を分散配備するモデル(図13参照)

この図13に示すモデルでは、上述したルートサーバ10が行なっていた機能(光パスルート計算、LSPルート計算等)を新規LSP要求あるいは帯域増加要求を受けたノード7(エッジルータ6も含む)が行なうようになっている。即ち、新規LSP追加要求又は既設LSPについての帯域増加要求を受信したノードが、トポロジ

【0137】以降のその他の動作は上述した集中配備モデルとほぼ同様である。ただし、この場合は、トポロジーやリソースのデータベースが分散されるので、ネットワーク8全体でこれらを同期させるためのフラッディング処理が必要になる。このモデルの利点は、ルート計算を分散化できるので要求頻度が大きい場合でもレスポンス劣化しにくいことである。これに対し、このモデルの

課題は、フラッディング処理によるトポロジー／リソース情報の同期に多くの通信量を要し、また、これによるトポロジー／リソース情報の同期の遅延により、適切でない制御が発生する可能性があることである。

【0138】このような不要な制御は、ネットワーク8の利用効率を下げ、要求を収容できる確率を下げるだけでなく、収容されているトラヒックの移動回数が増加することにより、トラヒックの品質を劣化させる要因にもなると考えられる。これらの影響を軽減するために、コントロール対象のネットワーク8のトポロジーを密にし、且つ、帯域を大きくすることにより、トポロジー同期を高速化するとともに、制御が起こった周辺ノード7(又は6)で別の制御が発生することを禁止(ロックアウト)するようなメカニズムを導入することが考えられる。

【0139】以上の議論から、トリガの発生頻度別にコントロール機能の配備および課題をまとめると、以下のようになる。

【0140】

【表1】

トリガの発生頻度	コントロール機能の配備	利点	課題
低～中	集中	・フラッディングが不要 ・最新のトポロジー情報を基に制御	必要に応じて パケットへの分割が必要
高	分散	・経路計算の分散化による 高速なレスポンス	・トポロジー同期の高速化 ・ロックアウトのメカニズムの導入

【0141】なお、上述した集中配備、分散配備のいずれのモデルにおいても、ショートカット光パスを新たに確立する必要が無い、つまり、他の既設光パスで収容できる場合は、新たに光パスを確立するための前記シグナリング(新規光パス確立シグナリング)手順は不要で、その既設光パスへの既設LSPの経路変更以降の手順を実施すればよい。また、いずれのモデルも、前述した基本実施形態に適用することが可能である。

【0142】例えば、図1に示すMPLS網1に、そのMPLS網1における既設LSP情報(既存のパケット転送経路情報)と、MPLS網1についてのトポロジー情報とに基づいて前記の旧経路3と新規経路4とを決定する管理ノードとしてのルートサーバ10を配備すれば、上流端ノード2-2の経路変更処理部23(経路変更要求送信部)が、少なくともルートサーバ10で決定された新規経路4についての情報をトリガとして受けることにより、前述した部分的な経路変更要求31の送信を行なうことになる。

【0143】つまり、この場合、ルートサーバ10は、MPLS網1における既設LSP情報とネットワークトポロジー情報とに基づいて、旧経路3と新規経路4とを決定

する決定部としての機能と、この決定部で決定した旧経路3の途中区間の上流端に位置する上流端ノード2-2へ、少なくとも決定部で決定した新規経路4についての情報を、旧経路3から新規経路4への部分的な経路変更のための経路変更要求を上流端ノード2-2から送信させるためのトリガとして通知する経路通知部としての機能を少なくとも有していることになる。

【0144】これに対し、MPLS網1の各ノード2-iに、それぞれ、上記のルートサーバ10の機能を配備した場合は、新規LSP追加要求や帯域増加要求を受けたノード2-iが上記のルートサーバ10として機能し、そのノード2-iが、上流端ノード2-2に対して上記のトリガを与えることになる。いずれの場合も、それぞれ、上記の表1に示す各モデルでの利点が見られるほか、基本実施形態と同様の作用効果が得られる。なお、いずれのモデルを適用する場合も、上流端ノード2-2(経路変更処理部23)には、例えば、前記の通知メッセージ37(図6(A)、図6(B)参照)の発行時等において、上記の部分的な経路変更の完了をルートサーバ10へ通知する経路変更完了通知部としての機能を設けてもよい。このようにすれば、ルートサーバ10にお

いて、経路変更が正常に完了したか等を把握することができる。

#### 【0145】(B3) L1/L2 連携制御

以下、上述した集中配備モデルを適用し、ルートサーバ 10 が LSP やパケットスイッチ 7b 等を監視し、資源不足のパケットスイッチ 7b をショートカットする光パスを確立し、その光パスに LSP を迂回させる制御 (L1/L2 連携制御) についてより詳細に説明する。

#### 【0146】(1) GMPLS (Generalized MPLS)

IETF (Internet Engineering Task Force) では、前述したように、MPLS (Multi Protocol Label Switching) のラベルを光波長に対応付けることによって、MPLS を光ネットワークに適用することが検討されている (前記の参考文献参照)。つまり、通信データを光信号として転送する場合に、ラベルとしてその光信号の波長情報を用いるのである。この「GMPLS」による光パスの確立は以下のように行なわれる。

【0147】まず、光パスの始点ノードは、経由する光スイッチのノードアドレスを格納したラベルリクエスト (Label REQ) を、確立したい光パスに沿って送信し、光パス上の中継光スイッチは下流方向のラベル (波長) を割り当てながら終点ノードまで受信したラベルリクエスト (Label REQ) を中継する。ラベルリクエストを終点ノードが受信すると、当該終点ノードは、上記の逆経路に沿ってラベル割り当て要求 (Label MAP) を返信する。中継光デバイスは上流方向のラベル (波長) を割り当てながら始点ノードまでラベル割り当て要求を中継する。そして、最終的に、ラベル割り当て要求が始点ノードに到着することにより、光パスを経由する光スイッチにおいてそれぞれラベルテーブルが構築されて光パスが

#### 【0148】(2) 経路変更 LDP (Label Distribution Protocol)

さて、上述のごとく確立された光パスに LSP を収容する場合、図 1 ～ 図 10 により前述した経路変更方法を適用することができる。即ち、(a) 経路変更を行なうパスの一部分のみで制御メッセージを交換する、(b) 1 制御メッセージで複数 LSP の経路変更を可能にする、(c) 経路切り替え端の下流ノード (下流端ノード) で経路変更処理過渡期にラベルマージを行なう、といった

処理が可能である (経路変更 LDP)。

【0149】即ち、例えば図 15 に示すように、切り替え端の上流ノード (上流端ノード) 7-1 が、新規経路 4 及び経路変更の対象 LSP 3 のリストを格納したラベルリクエスト (Label REQ; 経路変更要求) 51 を新規経路 4 に沿って送信する。なお、図 15 において、6-1、6-2 はエッジルータを表し、7-1 ～ 7-3 はそれぞれ複合スイッチを表すものとする。

【0150】そして、上記の経路変更要求 51 を受信した切り替え端の下流ノード (下流端ノード) 7-2 は、

受信した経路変更要求 51 に格納されている複数 LSP に対する新規ラベル (波長) の割り当てを行ない、ラベル割り当て要求 (Label MAP) 52 を新規経路 4 の逆経路で返信する。このとき、下流端ノード 7-2 では、新規ラベル (波長) と割り当て済みの旧ラベル (波長) とのラベルマージを行なう。

【0151】上記のラベル割り当て要求 52 の中継ノード (図 15 には不図示) は、複数 LSP に対する新規ラベル (波長) の割り当てを行ない、上流端ノード 7-1 までラベル割り当て要求 52 を中継する。そして、このラベル割り当て要求 52 を受信した上流端ノード 7-2 は、新たにラベル (波長) を割り当て、旧経路 3 から新規経路 4 に切り替えたのち、ラベル解放要求 (Release REQ) 53、54 を旧経路 3 に沿って送信する。

【0152】その後、最終的に、ラベル解放要求 54 を下流端ノード 7-2 が受信し、旧経路 3 についてのラベル (波長) を解放してラベルマージを解除すると、経路変更が完了する。このようにして経路変更を実行することにより、ハイブリッドネットワーク 8 においても、図 1 ～ 図 10 により前述した経路変更方法と同様に、L1 (光パス)、L2 (LSP) 間の複数 LSP の一括経路変更、及び、経路変更過渡期におけるパケットロスの回避が可能になる (図 16 参照)。

【0153】従って、光パスの新規確立等の 1 イベントに対して、適切な複数 LSP を選択し、一括且つ高速に、その光パスに経路変更することが可能であり、パケットスイッチ 7b のより多くの資源を一度に解放することができるとともに、旧経路と新規経路との間の高速切り替え、及び、旧経路と新規経路との距離差等に起因するパケットロスを回避することができる。

#### 【0154】(3) L1/L2 連携制御の動作例

次に、以下では、例えば、前記のルートサーバ 10 が LSP 確立要求を受信し、且つ、或るパケットスイッチ 7b の資源不足を検出した場合を例にとり、L1/L2 連携制御の動作について説明する (図 17 参照)。まず、図 17 に示すように、LSP 確立要求 61 を受信したルートサーバ 10 は、確立対象の LSP の経路を検索する。この検索により得られた経路上のパケットスイッチの資源不足をルートサーバ 10 が検出すると、ルートサーバ 10 は、そのパケットスイッチ 7b をショートカットする光パスのルートを算出する。

【0155】そして、ルートサーバ 10 は、ショートカット光パスの始点ノード 6-1 に対して、新たな光パス (新規経路) 4 を確立させるため GMPLS の起動要求 62 を送信する。始点ノード 6-1 は、確立すべき光パス 4 の終点ノード 6-2 との間で前記の「GMPLS」を用いて新規光パス 4 を確立する。次いで、ルートサーバ 10 は、確立された新規光パス 4 に収容する LSP (図 17 では、例えば、LSP 3-1、3-2 の 2 LSP) の経路変更を行なうため、経路変更 LDP の起動要求 63 を

始点ノード 6-1 に送信する。

【0156】始点ノード 6-1 は、終点ノード 6-2 との間の新規経路 4 上でラベルリクエスト (Label REQ)、ラベル割り当て要求 (Label MAP) を、旧経路 3 上でラベル解放要求 (Release REQ) を交換して、LSP 3-1、3-2 の新規経路 4 への経路変更を行なう。これにより、パケットスイッチ 7b の資源が解放され、新規 LSP を追加することができる。即ち、資源が解放されたパケットスイッチ 7b を通過する LSP を前記の CR-LDP を用いて確立すればよい。

【0157】以上のように、本実施形態の L1/L2 連携制御では、複数 LSP の一括経路変更、経路変更時のパケットロスの回避を実現することができ、ネットワーク状況に応じた光パス及び LSP の経路制御を行なうことができる。従って、網資源の有効利用が可能なパケット多重と、大容量転送が可能な光伝送とを柔軟に使い分けることができ、ハイブリッドネットワーク 8 の効率的なネットワーク運用が可能となる。

【0158】(C) その他

なお、上述した実施形態では、ラベルもしくは光波長をラベルとして扱うことによりパケット転送を行なうノードについて説明したが、例えば、タイムスロットに従ってパケット転送する TDM (Time Division Multiple x) 交換機等の TDM ノードにおいて、タイムスロットをラベルとして扱うことにより、上述した実施形態と同様に、経路途中からの経路変更を実現することができる。

【0159】即ち、通信データを所定のタイムスロットに格納して転送する場合には、MPLS のラベルとしてそのタイムスロットについての情報を用いることで、上述した基本実施形態と同様の作用効果が得られるのである。また、入出力ポートだけでデータ交換を行なう空間スイッチがあるが、これについては上述した基本実施形態においてラベルを無視することで、同じ処理 (経路途中からの経路変更) が行なえる。

【0160】そして、本発明は、上述した実施形態に限定されず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

(D) 付記

(付記 1) 受信データのラベル情報に基づいて該受信データの転送を行なう複数のラベルスイッチングノードをそなえて成るラベル転送ネットワークにおいて、経路変更対象の第 1 のデータ転送経路の途中区間の上流端に位置するラベルスイッチングノード (以下、上流端ノードという) から経路変更要求を送信し、該途中区間の下流端に位置するラベルスイッチングノード (以下、下流端ノードという) が、該経路変更要求の受信を契機に、経路変更先の第 2 のデータ転送経路についてのラベル情報の割り当て要求 (以下、ラベル割り当て要求という) を該上流端ノードに向けて返信することにより、該第 1

のデータ転送経路 (以下、旧経路という) から該第 2 のデータ転送経路 (以下、新規経路という) への部分的な経路変更を実行することとを特徴とする、ラベル転送ネットワークにおける経路変更方法。

【0161】(付記 2) 該上流端ノードは、該ラベル割り当て要求を受信することにより、該新規経路の下流側への新たなラベル情報の割り当てを行ない、当該ラベル情報と既に該旧経路に対して割り当てられている上流側のラベル情報との対応付けを行なうことによって、上記の部分的な経路変更を実行することとを特徴とする、付記 1 記載のラベル転送ネットワークにおける経路変更方法。

【0162】(付記 3) 該下流端ノードは、該経路変更要求を受信することにより、該新規経路の上流側への新たなラベル情報の割り当てを行ない、当該ラベル情報と既に該旧経路に対して割り当てられている下流側のラベル情報との対応付けを行なうことによって、上記の部分的な経路変更を実行することとを特徴とする、付記 1 記載のラベル転送ネットワークにおける経路変更方法。

【0163】(付記 4) 該上流端ノードは、上記の部分的な経路変更を実行した後、該旧経路についてのラベル情報を解放し、該旧経路についてのラベル情報の解放要求 (以下、ラベル解放要求という) を該下流端ノードに向けて送信することとを特徴とする、付記 2 記載のラベル転送ネットワークにおける経路変更方法。

【0164】(付記 5) 該下流端ノードは、該ラベル解放要求を受信すると、該旧経路についてのラベル情報を解放し、該ラベル解放要求を該旧経路の下流側へ転送しないことを特徴とする、付記 4 記載のラベル転送ネットワークにおける経路変更方法。

(付記 6) 該上流端ノードは、複数の旧経路に関する情報を格納した該経路変更要求 (以下、複数経路変更要求という) を送信し、当該複数経路変更要求に対して複数の旧経路に関する情報が格納された該ラベル割り当て要求 (以下、複数ラベル割り当て要求という) を受信すると、該新規経路の下流側への新たなラベル情報を複数割り当て、これらの各ラベル情報と既に該複数の旧経路に対してそれぞれ割り当てられている上流側の複数のラベル情報との対応付けをそれぞれ行なうことによって、該複数の旧経路から該新規経路への部分的な一括経路変更を実行することとを特徴とする、付記 2 記載のラベル転送ネットワークにおける経路変更方法。

【0165】(付記 7) 該下流端ノードは、該複数経路変更要求を受信すると、該新規経路の上流側への新たなラベル情報を複数割り当て、これらの各ラベル情報と既に該複数の旧経路に対して割り当てられている下流側の複数のラベル情報との対応付けをそれぞれ行なうことによって、該複数の旧経路から該新規経路への部分的な一括経路変更を実行することとを特徴とする、付記 6 記載のラベル転送ネットワークにおける経路変更方法。

【0166】（付記8） 該下流端ノードは、該新規経路に対して新たに割り当てた該複数のラベル情報を格納した該複数ラベル割り当て要求を該新規経路に沿って該上流端ノードへ送信することを特徴とする、付記7記載のラベル転送ネットワークにおける経路変更方法。

（付記9） 該上流端ノードは、上記の複数の旧経路についての経路変更を実行した後、該複数の旧経路についてのラベル情報を解放し、該複数の旧経路についてのラベル解放要求を該下流端ノードに向けて送信することを特徴とする、付記6記載のラベル転送ネットワークにおける経路変更方法。

【0167】（付記10） 受信データのラベル情報に基づいて該受信データの転送を行なう複数のラベルスイッチングノードをそなえて成るラベル転送ネットワークにおいて、経路変更対象の第1のデータ転送経路の途中区間の上流端に位置するラベルスイッチングノード（以下、上流端ノードという）から経路変更要求を送信し、該途中区間の下流端に位置するラベルスイッチングノード（以下、下流端ノードという）は、該経路変更要求を受信することにより、経路変更先の第2のデータ転送経路（以下、新規経路という）の上流側への新たなラベル情報の割り当てを行ない、新たに割り当てた該新規経路の上流側へのラベル情報と、既に割り当てられている該旧経路の上流側へのラベル情報との双方を、それぞれ、既に該第1のデータ転送経路（以下、旧経路という）に対して割り当てられている下流側のラベル情報と対応付けておき、該旧経路についてのラベル解放要求を受信した時点で、該旧経路の上流側へのラベル情報のみを解放することにより、部分的な経路変更を実行することを特徴とする、ラベル転送ネットワークにおける経路変更方法。

【0168】（付記11） 該下流端ノードは、該ラベル割り当て要求を最初に送信したことをメモリに記憶しておくことにより、自己が該途中区間の下流端に位置するノードであることを認識して、該ラベル解放要求の転送を行なわないことを特徴とする、付記5記載のラベル転送ネットワークにおける経路変更方法。

【0169】（付記12） 該下流端ノードは、上記の上流側の各ラベル情報と下流側のラベル情報との対応付けの存在により、自己が該途中区間の下流端に位置するノードであることを認識して、該ラベル解放要求の該旧経路の下流側への転送を行なわないことを特徴とする、付記11記載のラベル転送ネットワークにおける経路変更方法。

【0170】（付記13） 該受信データを光信号として転送する場合に、該ラベル情報として該光信号の波長情報を用いることを特徴とする、付記1～12のいずれか1項に記載のラベル転送ネットワークにおける経路変更方法。

（付記14） 該受信データを所定のタイムスロットに

格納して転送する場合に、該ラベル情報として該タイムスロットについての情報を用いることを特徴とする、付記1～12のいずれか1項に記載のラベル転送ネットワークにおける経路変更方法。

【0171】（付記15） 受信データのラベル情報に基づいて該受信データの転送を行なうラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノードであって、新たなデータ転送経路（以下、新規経路という）への経路変更要求を当該新規経路上に位置する下流側のラベルスイッチングノードへ送信する経路変更要求送信手段と、該経路変更要求に対する該新規経路についてのラベル情報の割り当て要求（以下、ラベル割り当て要求という）を該下流側のラベルスイッチングノードから受信するラベル割り当て要求受信手段と、該ラベル割り当て要求受信手段で該ラベル割り当て要求が受信されると、該新規経路の下流側への新たなラベル情報（以下、新規下流ラベルという）の割り当てを行なう新規下流ラベル割り当て手段と、該新規下流ラベル割り当て手段が割り当てた該ラベル情報と、既に経路変更対象のデータ転送経路（以下、旧経路という）に対して割り当てられている上流側のラベル情報（以下、既存上流ラベルという）とを対応付けることにより、該旧経路から該新規経路への経路変更を実行する経路変更制御手段とをそなえたことを特徴とする、ラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノード。

【0172】（付記16） 該経路変更制御手段が、該既存上流ラベルと該新規下流ラベルとの対応付けを行なった後、該旧経路の下流側へのラベル情報の割り当てを解放するとともに、該旧経路上に位置する下流側のラベルスイッチングノードに対するラベル解放要求を発行するラベル解放要求発行部をそなえていることを特徴とする、付記15記載のラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノード。

【0173】（付記17） 該経路変更制御手段が、複数の旧経路に関する情報を格納した該経路変更要求（以下、複数経路変更要求という）を発行する複数経路変更要求発行部と、該複数経路変更要求発行部が発行した該複数経路変更要求に対して複数の旧経路に関する情報が格納された該ラベル割り当て要求（以下、複数ラベル割り当て要求という）を受信する複数ラベル割り当て要求受信部と、該複数ラベル割り当て要求受信部で該複数ラベル割り当て要求が受信されると、該新規下流ラベルを複数割り当てる複数新規下流ラベル割り当て部と、該複数新規下流ラベル割り当て部によって割り当てられた各新規下流ラベルと、複数の該既存上流ラベルとをそれぞれ対応付けることによって、該複数の旧経路から該新規経路への一括経路変更を実行する一括経路変更部とをそなえていることを特徴とする、付記15記載のラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノード。

【0174】（付記18） 該経路変更制御手段が、上

記の複数の旧経路についての経路変更を実行した後、該複数の旧経路についてのラベル情報を解放する複数旧経路ラベル情報解放部と、該複数の旧経路についてのラベル解放要求を該下流端ノードに向けて発行する複数ラベル解放要求発行部とをそなえていることを特徴とする、付記 17 記載のラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノード。

【0175】（付記 19） 該経路変更制御手段が、該受信データを光信号として転送する場合に、該ラベル情報として該光信号の波長情報を用いるように構成されたことを特徴とする、付記 15～18 のいずれか 1 項に記載のラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノード。

（付記 20） 該経路変更制御手段が、該受信データを所定のタイムスロットに格納して転送する場合に、該ラベル情報として該タイムスロットについての情報を用いるように構成されたことを特徴とする、付記 15～18 のいずれか 1 項に記載のラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノード。

【0176】（付記 21） 該ラベル転送ネットワークが、該ラベル転送ネットワークにおける既存のデータ転送経路情報と、該ラベル転送ネットワークについてのトポロジー情報とに基づいて該旧経路と該新規経路とを決定する管理ノードをそなえるとともに、該ラベルスイッチングノードの該経路変更要求送信手段が、少なくとも該管理ノードで決定された該新規経路についての情報を受けることにより、該経路変更要求の送信を行なうように構成されたことを特徴とする、付記 15 記載のラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノード。

【0177】（付記 22） 該経路変更制御手段が、上記の部分的な経路変更の完了を該管理ノードへ通知する経路変更完了通知手段をそなえていることを特徴とする、付記 21 記載のラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノード。

（付記 23） 受信データのラベル情報に基づいて該受信データの転送を行なうラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノードであって、上流側のラベルスイッチングノードから自己宛の新たなデータ転送経路（以下、新規経路という）への経路変更要求を受信する経路変更要求受信手段と、該経路変更要求受信手段で該経路変更要求が受信されると、該新規経路の上流側への新たなラベル情報（以下、新規上流ラベルという）の割り当てを行なう新規上流ラベル割り当て手段と、該上流側のラベルスイッチングノードへ該新規経路についての新たなラベル情報の割り当てを要求するラベル割り当て要求を送信するラベル割り当て要求送信手段と、該新規上流ラベル割り当て手段によって割り当てられた該新規上流ラベルと、経路変更対象のデータ転送経路（以下、旧経路という）に対して既に割り当てられている下流側のラベル情報（以下、既存下流ラベルという）とを対応

付けることにより、該旧経路から該新規経路への経路変更を実行する経路変更制御手段とをそなえたことを特徴とする、ラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノード。

【0178】（付記 24） 該経路変更制御手段が、該旧経路についてのラベル情報の解放要求（以下、ラベル解放要求という）を該旧経路の上流側のラベルスイッチングノードから受信すると、当該ラベル解放要求を該旧経路の下流側へ転送するか否かを判断するラベル解放要求転送判断部をそなえていることを特徴とする、付記 23 記載のラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノード。

【0179】（付記 25） 該ラベル解放要求転送判断部が、該ラベル割り当て要求送信手段によって該ラベル割り当て要求を最初に送信したことを表す送信表示情報を記憶するメモリと、該ラベル解放要求を受信した場合に該メモリに該送信表示情報が記憶されていると、自己が該途中区間の下流端に位置するノードであることを認識して、該ラベル解放要求を該旧経路の下流側へは転送せずに終端するラベル解放要求終端部とをそなえていることを特徴とする、付記 24 記載のラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノード。

【0180】（付記 26） 該経路変更制御手段が、複数の旧経路に関する情報を格納した該経路変更要求（以下、複数経路変更要求という）を該新規経路の上流側のラベルスイッチングノードから受信する複数経路変更要求受信部と、該複数ラベル割り当て要求受信部で該複数経路変更要求が受信されると、該新規上流ラベルを複数割り当てる複数新規上流ラベル割り当て部と、該複数経路変更要求受信部で該複数経路変更要求が受信されると、該複数の旧経路に関する情報を格納した該ラベル割り当て要求（以下、複数ラベル割り当て要求という）を該新規経路の上流側のラベルスイッチングノードへ発行する複数ラベル割り当て要求発行部と、該複数新規上流ラベル割り当て部によって割り当てられた各新規上流ラベルと、複数の該既存下流ラベルとをそれぞれ対応付けることによって、該複数の旧経路から該新規経路への一括経路変更を実行する一括経路変更部とをそなえていることを特徴とする、付記 23 記載のラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノード。

【0181】（付記 27） 該経路変更制御手段が、該経路変更要求を受信することにより新たに割り当てた該新規経路の上流側へのラベル情報と、既に割り当てられている該旧経路の上流側へのラベル情報との双方を、それぞれ、既に該旧経路に対して割り当てられている下流側のラベル情報と対応付けてラベルマージを行なうラベルマージ部と、該旧経路についてのラベル解放要求を受信した時点で、該旧経路の上流側へのラベル情報のみを解放することにより、該ラベルマージを解除して上記の部分的な経路変更を実行するラベルマージ解除部とをそ

なえていることを特徴とする、付記 23 記載のラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノード。

【0182】(付記 28) 該経路変更制御手段が、該旧経路についてのラベル情報の解放要求(以下、ラベル解放要求という)を該旧経路の上流側のラベルスイッチングノードから受信すると、当該ラベル解放要求を該旧経路の下流側へ転送するか否かを判断するラベル解放要求転送判断部をそなえるとともに、該ラベル解放要求転送判断部が、該ラベルマージが行なわれているか否かを判断するラベルマージ判断部と、該ラベル解放要求を受信した場合に該ラベルマージ判断部にて該ラベルマージが既になされていると判断されると、自己が該途中区間の下流端に位置するノードであることを認識して、該ラベル解放要求を該旧経路の下流側へは転送せずに終端するラベル解放要求終端部とをそなえていることを特徴とする、付記 27 記載のラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノード。

【0183】(付記 29) 該経路変更制御手段が、該受信データを光信号として転送する場合に、該ラベル情報として該光信号の波長情報を用いるように構成されたことを特徴とする、付記 23～28 のいずれか 1 項に記載のラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノード。

(付記 30) 該経路変更制御手段が、該受信データを所定のタイムスロットに格納して転送する場合に、該ラベル情報として該タイムスロットについての情報を用いるように構成されたことを特徴とする、付記 23～28 のいずれか 1 項に記載のラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノード。

【0184】(付記 31) 受信データのラベル情報に基づいて該受信データの転送を行なうラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノードであって、複数の経路変更先のデータ転送経路(以下、新規経路という)に関する情報が格納されたラベル情報の割り当て要求(以下、複数ラベル割り当て要求という)を受信する複数ラベル割り当て要求受信手段と、該複数ラベル割り当て要求が該複数ラベル割り当て要求受信部にて受信されると、該複数の新規経路の上流側及び下流側に対してそれぞれ新たなラベル情報(以下、新規上流ラベル及び新規下流ラベルという)を割り当てる複数新規ラベル割り当て手段と、該複数の新規経路についての該新規上流ラベルと該新規下流ラベルとを対応付けることによって、複数の新規経路を一括して確立する一括経路確立手段とをそなえたことを特徴とする、ラベル転送ネットワークにおけるラベルスイッチングノード。

【0185】(付記 32) 受信データのラベル情報に基づいて該受信データの転送を行なうラベル転送ネットワークにおける管理ノードであって、該ラベル転送ネットワークにおける既存のデータ転送経路情報と、該ラベル転送ネットワークについてのトポロジー情報とに基づ

いて、経路変更対象の第 1 のデータ転送経路(以下、旧経路という)と経路変更先の第 2 のデータ転送経路(以下、新規経路という)とを決定する決定手段と、該決定手段で決定した該旧経路の途中区間の上流端に位置するラベルスイッチングノード(以下、上流端ノードという)へ、少なくとも該決定手段で決定した該新規経路についての情報を、該旧経路から該新規経路への部分的な経路変更のための経路変更要求を該上流端ノードから送信させるためのトリガとして通知する経路通知手段とをそなえたことを特徴とする、ラベル転送ネットワークにおける管理ノード。

【0186】(付記 33) 受信データのラベル情報に基づいて該受信データの転送を行なう複数のラベルスイッチングノードと、該複数のラベルスイッチングノードにより構成されるラベル転送ネットワークのトポロジー情報を少なくとも管理する管理ノードとをそなえた該ラベル転送ネットワークにおいて、新規パス追加要求又は既設パスについての帯域増加要求を受信したラベルスイッチングノードが該管理ノードへ該要求を転送する要求転送ステップと、該管理ノードが、該要求を受けることにより、該トポロジー情報に基づいて確立すべき新規パスの経路(以下、新規経路という)を求め、当該新規経路上のリンクの資源が不足しているか否かを確認する新規経路確認ステップと、該管理ノードが、該資源が不足している場合に、該リンクを通る既設パスの移動先経路として新規又は既設の光パスを求める移動先経路特定ステップと、該管理ノードが、該移動先経路としての該光パスへの経路変更を行なうため、該光パスの始点ノードに対して経路変更シグナリングの起動を指示する経路変更シグナリングステップと、該既設パスの該新規経路上のノードが、該経路変更シグナリングを処理して該経路変更を実行するとともに、該既設パスの旧経路上のノードが該経路変更シグナリングを処理して該既設パスを切断する経路変更ステップと、該管理ノードが、該新規パスの始点ノードに対して新規パス確立シグナリングの起動を指示する新規パス確立シグナリングステップと、該新規パスの始点ノード、中継ノード及び終点ノードが、それぞれ、該新規パス確立シグナリングを処理して、該経路変更により該資源の解放された該リンク上に該新規パスを確立する新規パス確立ステップとを実行することとを特徴とする、ラベル転送ネットワークにおける経路変更方法。

【0187】(付記 34) 受信データのラベル情報に基づいて該受信データの転送を行なう複数のラベルスイッチングノードをそなえたラベル転送ネットワークにおいて、新規パス追加要求又は既設パスについての帯域増加要求を受信したラベルスイッチングノードが、該ラベル転送ネットワークのトポロジー情報に基づいて確立すべき新規パスの経路(以下、新規経路という)を求め、当該新規経路上のリンクの資源が不足しているか否かを



確認する新規経路確認ステップと、該管理ノードが、該資源が不足している場合に、該リンクを通る既設パスの移動先経路として新規又は既設の光パスを求める移動先経路特定ステップと、該管理ノードが、該移動先経路としての該光パスへの経路変更を行なうため、該光パスの始点ノードに対して経路変更シグナリングの起動を指示する経路変更シグナリングステップと、該既設パスの該新規経路上のノードが、該経路変更シグナリングを処理して該経路変更を実行するとともに、該既設パスの旧経路上のノードが該経路変更シグナリングを処理して該既設パスを切断する経路変更ステップと、該管理ノードが、該新規パスの始点ノードに対して新規パス確立シグナリングの起動を指示する新規パス確立シグナリングステップと、該新規パスの始点ノード、中継ノード及び終点ノードが、それぞれ、該新規パス確立シグナリングを処理して、該経路変更により該資源の解放された該リンク上に該新規パスを確立する新規パス確立ステップとを実行することを特徴とする、ラベル転送ネットワークにおける経路変更方法。

【0188】(付記35) 該移動先経路特定ステップの後、且つ、該経路変更シグナリングステップの前に、該管理ノードが、該新規光パスを確立するために、当該新規光パスの始点ノードに対して新規光パス確立シグナリングの起動を指示する新規光パス確立シグナリングステップと、該新規光パスの始点ノード、中継ノード及び終点ノードが、それぞれ、該新規光パス確立シグナリングを処理することにより、該新規光パスを確立する新規光パス確立ステップとを実行することを特徴とする、付記33又は付記34に記載のラベル転送ネットワークにおける経路変更方法。

【0189】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、以下のような利点ないし効果が得られる。

(1) 経路変更対象の第1のデータ転送経路(旧経路)の途中区間の両端に位置する上流端ノードと下流端ノードとの間においてのみ、経路変更要求、ラベル割り当て要求を送受することにより、旧経路から第2のデータ転送経路(新規経路)への部分的な経路変更を実行することができるので、従来に比して、経路変更に要する時間を短縮化して経路変更を行なえるとともに、送受すべき制御メッセージ数を削減して経路変更に関係の無いノードへの余分な制御トラヒックの増大を抑制することが可能になる。

【0190】(2) また、上流端ノード(下流端ノード)では、ラベル割り当て要求を受信することにより、新規下流ラベル(新規上流ラベル)の割り当てを行ない、そのラベルと既存上流ラベル(既存下流ラベル)との対応付けを行なうことによって、上記の部分的な経路変更を実行することができるので、簡単な処理で上記の経路変更を実現することができる。

【0191】(3) さらに、上流端ノードは、上記の部分的な経路変更を実行した後、旧経路についてのラベル情報を解放し、その旧経路についてのラベル情報の解放要求(以下、ラベル解放要求という)を下流端ノードに向けて送信することができるので、旧経路上のラベルスイッチングノードにおいて確保しておく必要のなくなった資源を確実に解放することができる。

【0192】(4) また、下流端ノードは、ラベル解放要求を受信すると、旧経路についてのラベル情報を解放し、そのラベル解放要求を旧経路の下流側へは転送しないようにする(終端する)こともできるので、経路変更に関係の無いラベルスイッチングノードに対して余分な制御トラヒックが増大することを、より一層抑制することが可能である。

【0193】(5) さらに、複数の旧経路から新規経路への部分的な一括経路変更を実行することもできるので、新規経路の確立等の1イベントに対して、複数旧経路を、一括して新規経路に経路変更することができる。従って、より多くの資源を一度に解放して他の新規経路のために割り当てたりすることができるとともに、旧経路3a、3bと新規経路4との間の高速切り替えが可能である。

【0194】(6) また、上流端ノードは、上記の複数の旧経路についての経路変更を実行した後、それら複数の旧経路についてのラベル情報を解放し、当該複数の旧経路についてのラベル解放要求を下流端ノードに向けて送信することもできるので、この場合も、複数の旧経路上のラベルスイッチングノードにおいて確保しておく必要のなくなった資源を確実に解放することができる。

【0195】(7) さらに、下流端ノードでは、新規上流ラベルと既存上流ラベルとの双方を、それぞれ、既存下流ラベルと対応付けてラベルマージしておき、旧経路についてのラベル解放要求を受信した時点で、旧経路の既存上流ラベルのみを解放して上記のラベルマージを解除することにより、上記の部分的な経路変更を実行することもできるので、経路変更過渡期でのデータロス回避することができ、無瞬断の経路切り替えを実現することができる。

【0196】(8) なお、自ラベルスイッチングノードが上流側から受信したラベル解放要求を下流側へは転送(中継)しない下流端ノードであることは、ラベル割り当て要求を最初に送信したことをメモリに記憶しておく、あるいは、上述したラベルマージが成されているか否かによって、簡単に認識することができるので、下流端ノードがラベル解放要求を転送しないことによって自ノードから下流の旧経路を解放してしまうことを回避することが可能である。

【0197】(9) また、受信データを光信号として転送する場合には、ラベル情報として光信号の波長情報を用い、受信データを所定のタイムスロットに格納して転送

する場合には、ラベル情報としてそのタイムスロットについての情報を用いることで、上述した部分的な経路変更を光ネットワークや時分割多重通信ネットワークなどにも適用することができ、これらの場合にも、上記と同様の作用効果が得られる。

【0198】(10)さらに、本発明によれば、新規パスを追加する際に、或る特定のノード間のリンク上の既設パスの一部を光パスに移動（ショートカット）してそのリンクに余り資源を作り、そこに新規パスを確立するという制御が可能なので、網資源の有効利用が可能な電氣的なデータ多重と、大容量転送が可能な光伝送とを柔軟に使い分けることができ、効率的なネットワーク運用が可能である。

【0199】(11)特に、上記の制御機能を管理ノードに集中配備すれば、トポロジーやリソースの情報が管理ノードで一元管理されるので、トポロジーやリソースの情報のための複数のデータベースを同期させる必要がなく、また、常に最新のトポロジー／リソース情報を基に制御が行なうことができる。

(12)これに対し、上記の制御機能を各ノードに分散配備すれば、経路変更の際の経路計算を各ノードに分散化できるので、新規パス追加要求や帯域増加要求などの要求頻度が大きい場合でもレスポンス劣化しにくいという利点が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基本実施形態としてのMPLS網（ラベル転送ネットワーク）の一例を示すブロック図である。

【図2】図1に示すMPLS網におけるLSRの構成を示すブロック図である。

【図3】(A)～(D)はいずれも図1に示すMPLS網における経路変更方法（経路変更要求）を説明するための図である。

【図4】(A)～(D)はいずれも図1に示すMPLS網における経路変更方法（ラベル割り当て及び経路変更）を説明するための図である。

【図5】(A)～(D)はいずれも図1に示すMPLS網における経路変更方法（旧経路解放）を説明するための図である。

【図6】(A)及び(B)はいずれも図1に示すMPLS網における経路変更方法（経路変更情報通知）を説明するための図である。

【図7】(A)～(D)はいずれも図1に示すMPLS網における他の経路変更方法（ラベル割り当て及び経路変更）を説明するための図である。

【図8】(A)～(D)はいずれも図1に示すMPLS網における経路変更方法の変形例（複数経路変更要求）を説明するための図である。

【図9】(A)～(D)はいずれも図1に示すMPLS網における経路変更方法の変形例（複数経路変更時のラベル割り当て）を説明するための図である。

【図10】(A)～(F)はいずれも図1に示すMPLS網における経路変更方法の変形例（複数経路変更及び旧経路解放）を説明するための図である。

【図11】本実施形態に係るハイブリッドネットワークの一例を示すブロック図である。

【図12】図11に示すハイブリッドネットワークにおいて制御機能を集中配備するモデルを説明するための図である。

【図13】図11に示すハイブリッドネットワークにおいて制御機能を分散配備するモデルを説明するための図である。

【図14】図11に示すハイブリッドネットワークにおけるL1/L2連携制御を説明するための図である。

【図15】図11に示すハイブリッドネットワークにおける光パスの経路変更を説明するための図である。

【図16】図11に示すハイブリッドネットワークにおけるL1/L2連携制御を説明するための図である。

【図17】図11に示すハイブリッドネットワークにおけるL1/L2連携制御の具体例を説明するための図である。

【図18】従来のMPLS網におけるパケット転送方法を説明するための図である。

【図19】従来のMPLS網におけるラベル配布プロトコル（CR-LDP）を説明するための図である。

【図20】(A)及び(B)はいずれも従来のMPLS網における経路変更方法を説明するための図である。

【図21】(A)～(E)はいずれも従来のMPLS網における経路変更方法（経路変更要求）を説明するための図である。

【図22】(A)～(F)はいずれも従来のMPLS網における経路変更方法（ラベル割り当て）を説明するための図である。

【図23】(A)～(F)はいずれも従来のMPLS網における経路変更方法（経路変更及び旧経路解放）を説明するための図である。

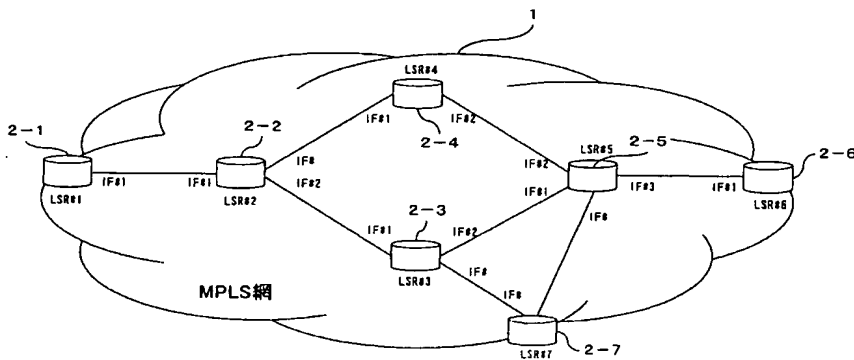
#### 【符号の説明】

- 1 MPLS網（ラベル転送ネットワーク）
- 2-1～2-7 LSR（Label Switching Router；ラベルスイッチングノード）
- 3, 3a, 3b, 3-1, 3-2 LSP（旧経路；第1のデータ転送経路）
- 4 LSP（新規経路；第2のデータ転送経路）
- 5 アクセス網
- 6（6-1, 6-2） エッジルータ（ノード）
- 7（7-1～7-3） 複合スイッチ
- 7a 光スイッチ
- 7b パケットスイッチ（電気スイッチ）
- 8 ハイブリッドネットワーク
- 9 コントロールプレーン
- 10 ルートサーバ

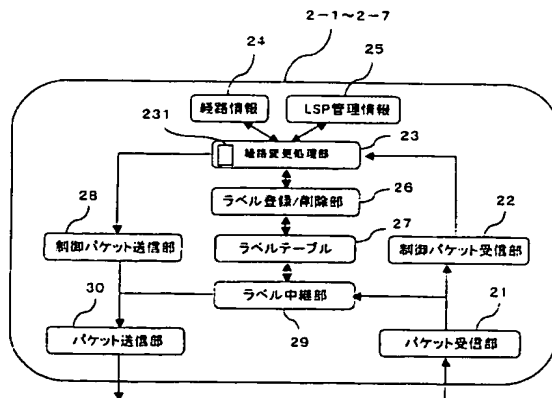
- 21 パケット受信部（ラベル割り当て要求受信部，経路変更要求受信部）  
 22 制御パケット受信部（ラベル割り当て要求受信部，経路変更要求受信部）  
 23 経路変更処理部（経路変更制御部，（複数）新規下流ラベル割り当て部，（複数）新規上流ラベル割り当て部，（複数）ラベル解放要求発行部，（複数）経路変更要求発行部，（複数）ラベル割り当て要求受信部，複数経路変更部，ラベル解放要求転送判断部，ラベルマージ判断部，ラベル解放要求終端部）  
 24 経路情報メモリ  
 25 LSP管理情報メモリ  
 26 ラベル登録／削除部（経路変更制御部）  
 27（27-1～27-7）ラベルテーブル  
 28 制御パケット送信部（経路変更要求送信部，ラベル割り当て要求送信部）  
 29 ラベル中継部

- 30 パケット送信部（経路変更要求送信部，ラベル割り当て要求送信部）  
 31，32 経路変更要求（Modify REQ）  
 33，34，52 ラベル割り当て要求（Label MAP）  
 35，36，46～48，53，54 ラベル解放要求（Release REQ）  
 37 通知メッセージ（Notification MSG）  
 41，42 （複数）経路変更要求（Modify REQ）  
 43，44 （複数）ラベル割り当て要求（Label MA  
 10 P）  
 45 （複数）ラベル解放要求（Release REQ）  
 51 ラベルリクエスト（Label REQ）  
 61 LSP確立要求  
 62 GMPLSの起動要求  
 63 経路変更LDPの起動要求  
 231 メモリ

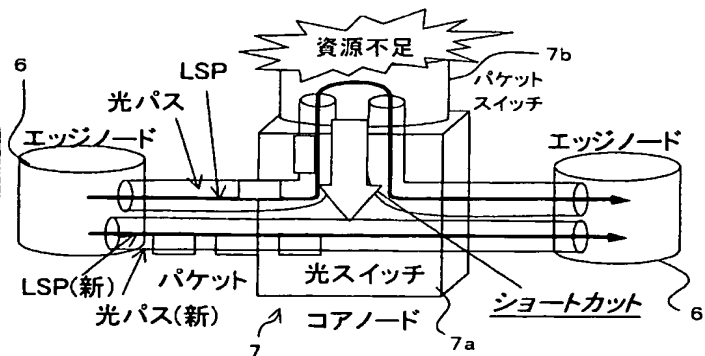
【図1】



【図2】

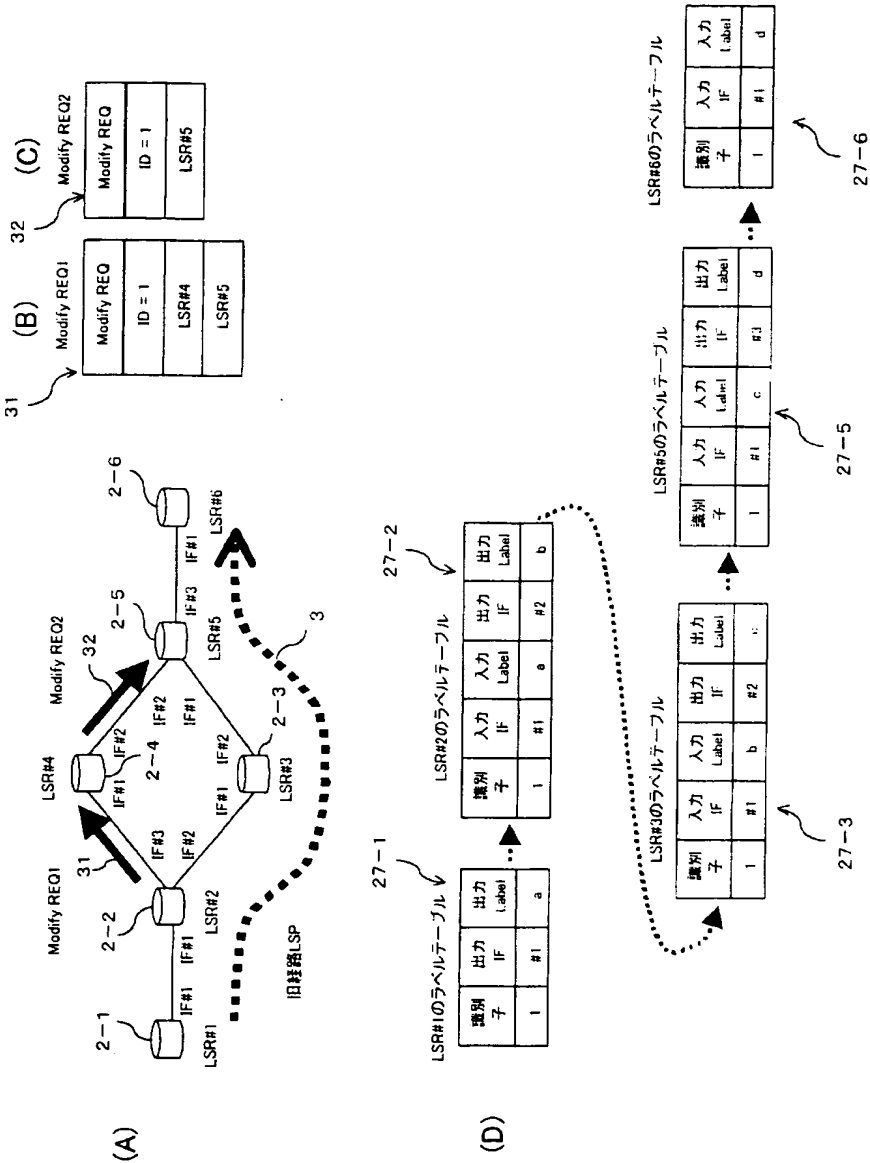


【図14】

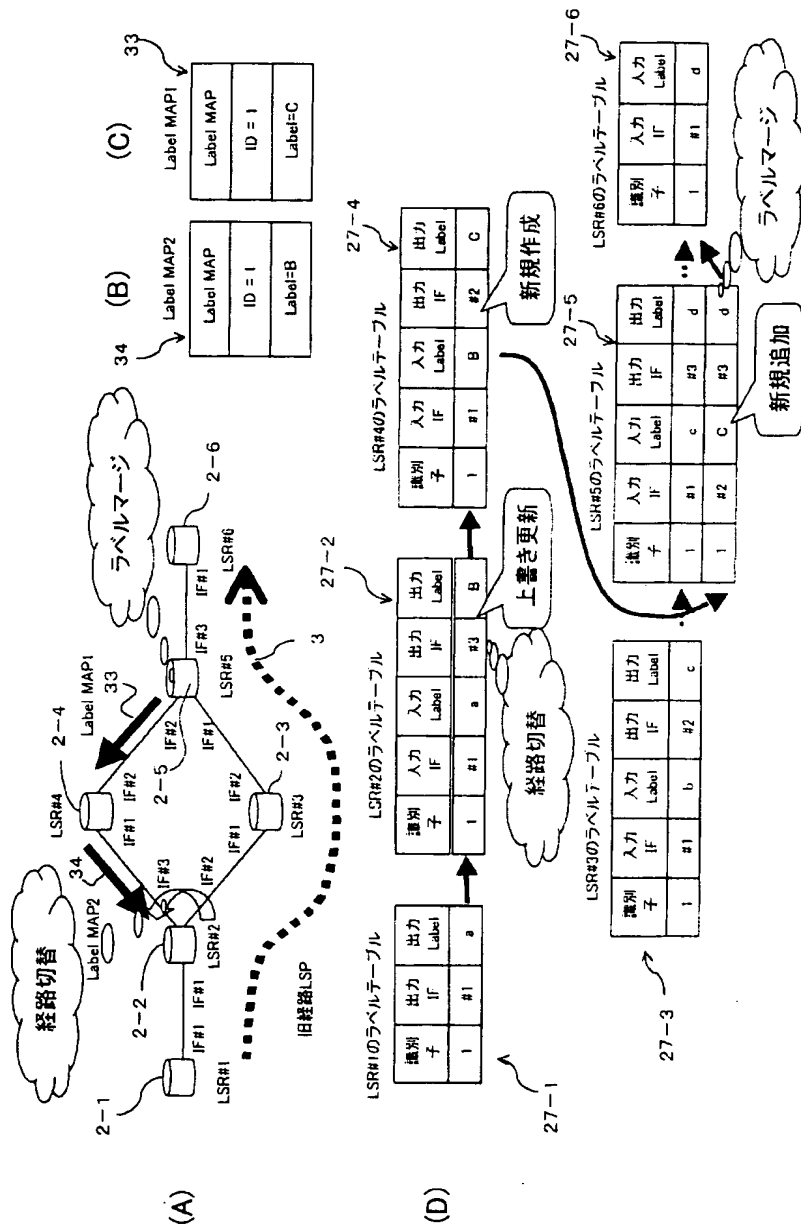


(27)

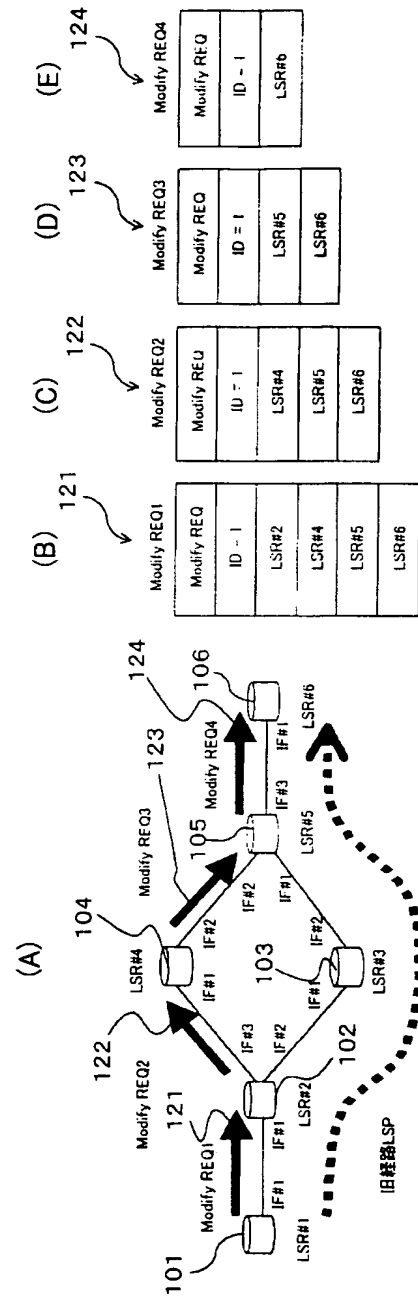
【図3】



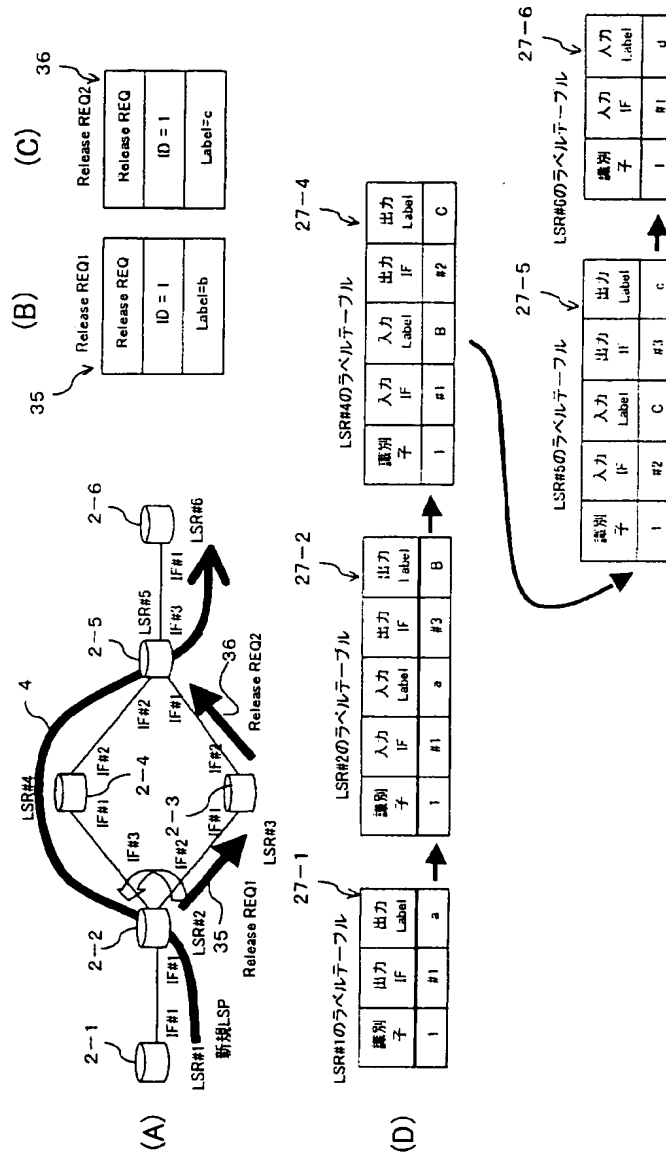
【図4】



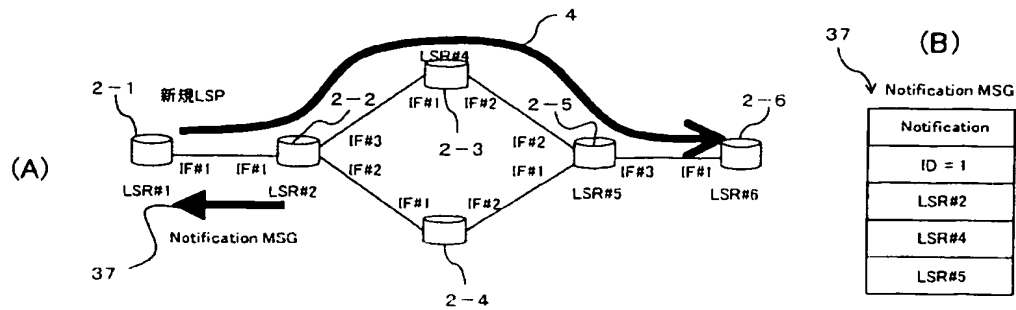
【図21】



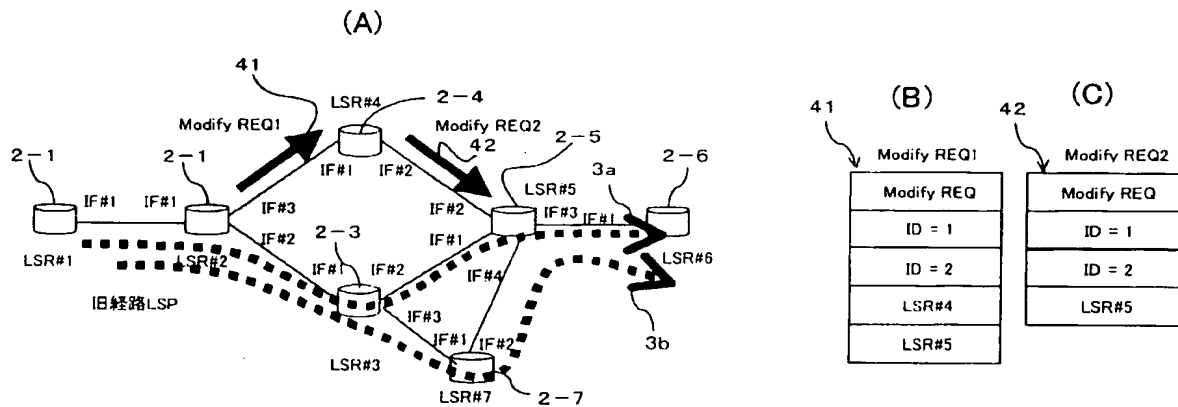
【図5】



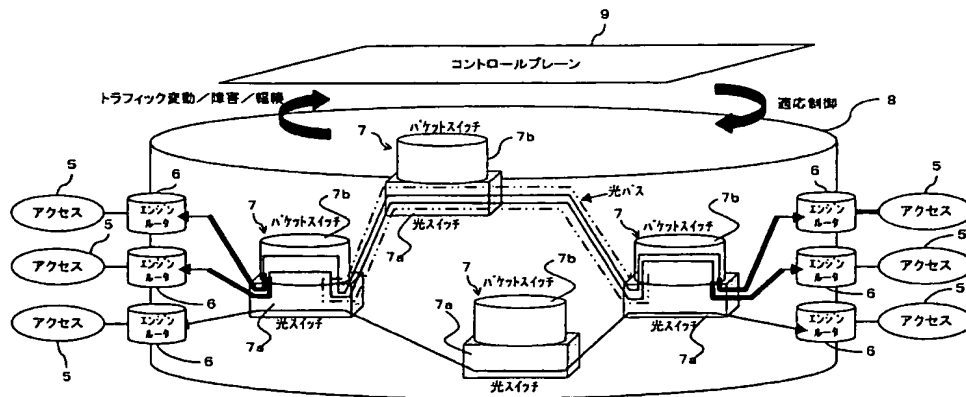
【図 6】



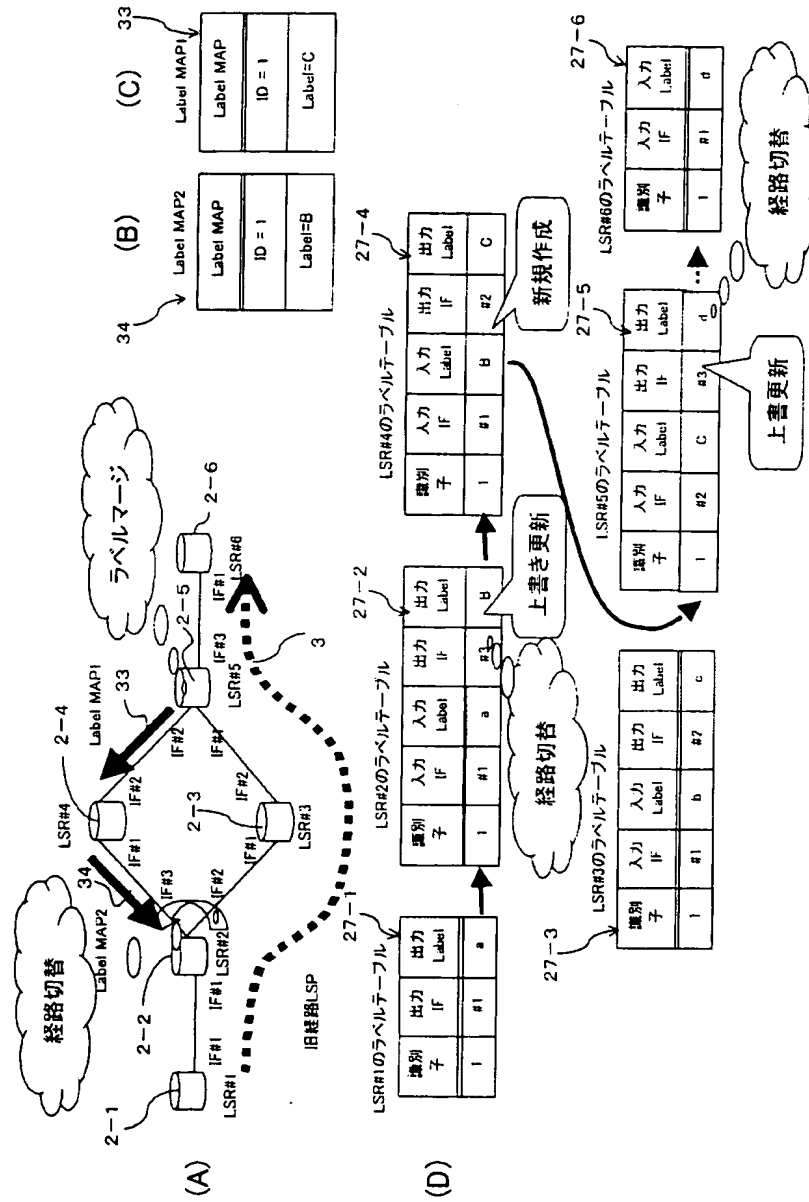
【图 8】



【図 1 1】

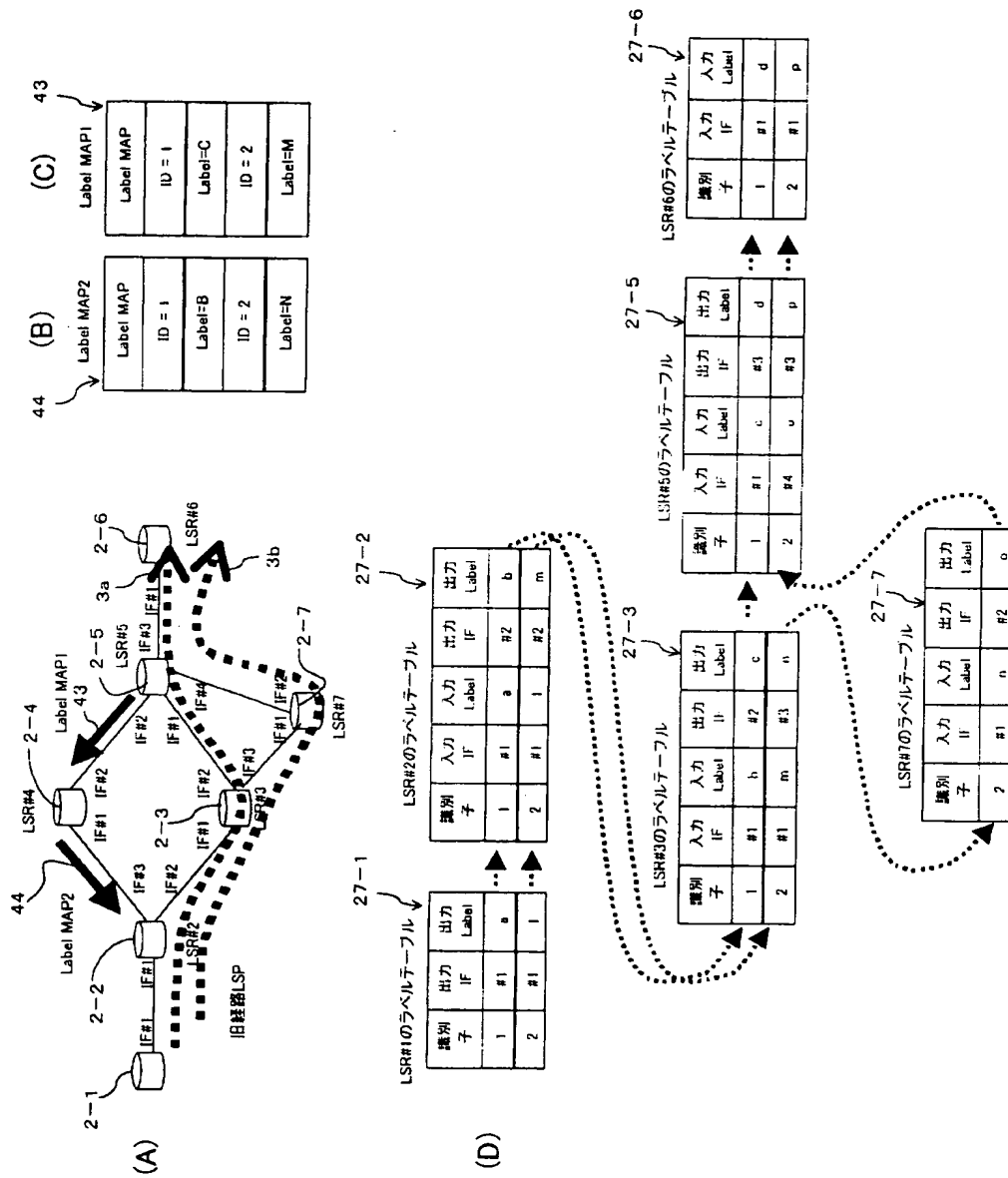


【図7】

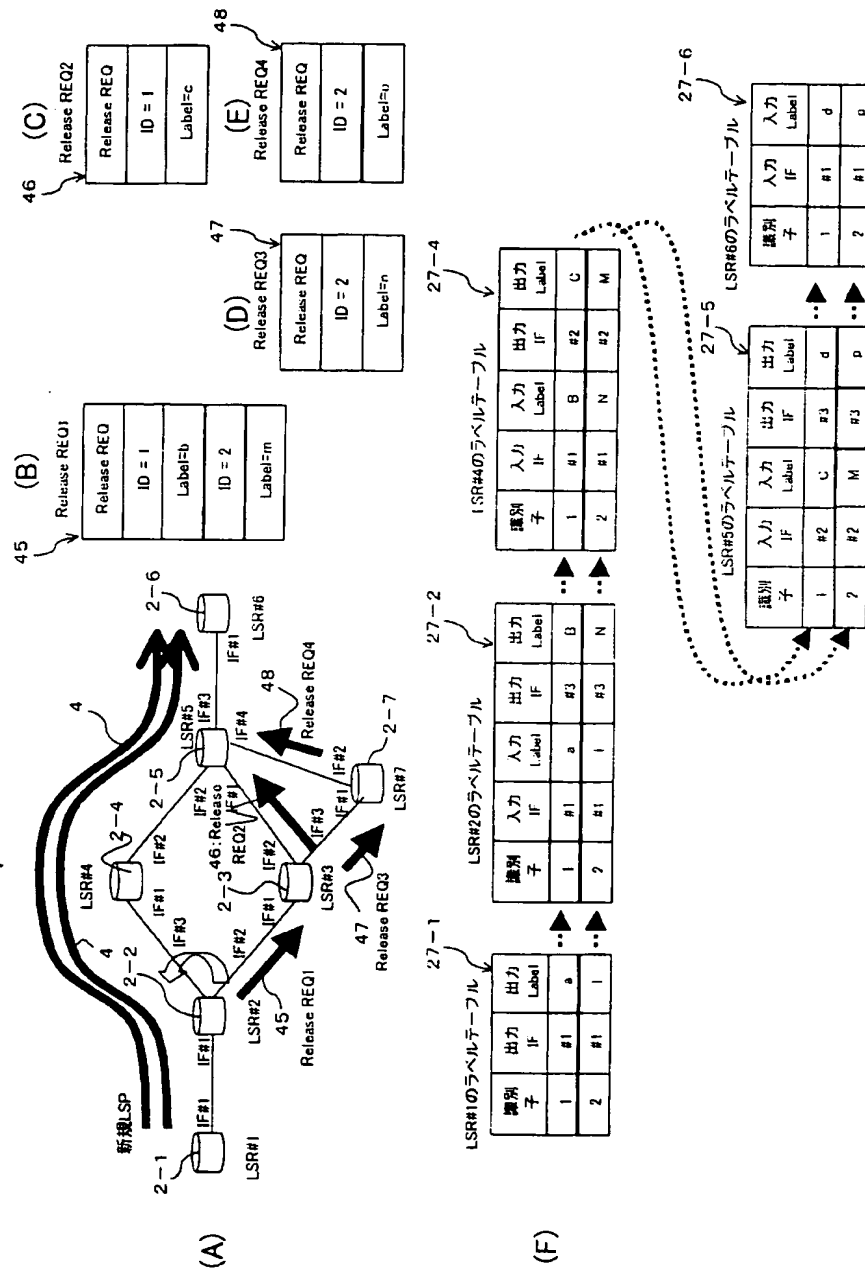




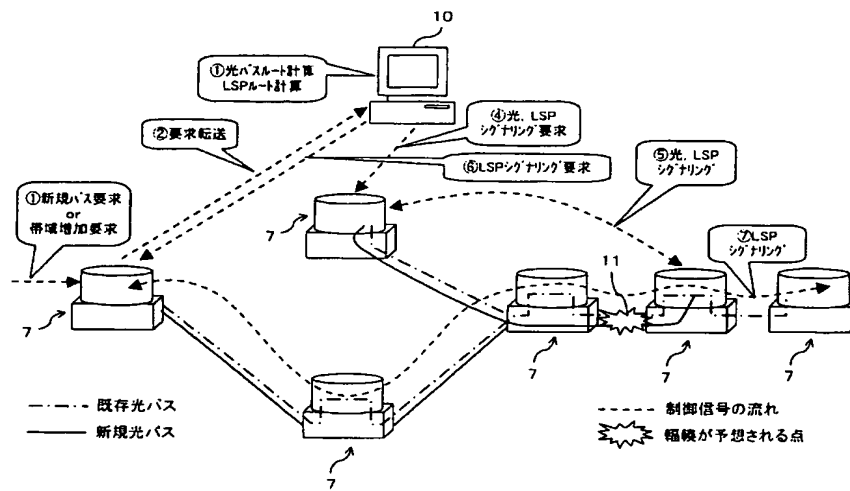
【図 9】



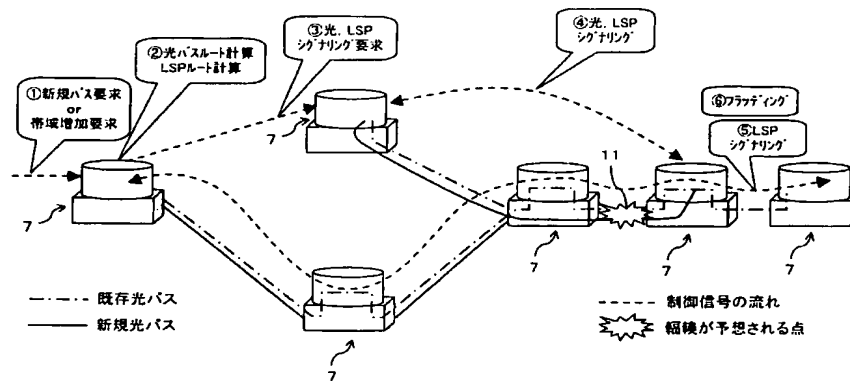
【図10】



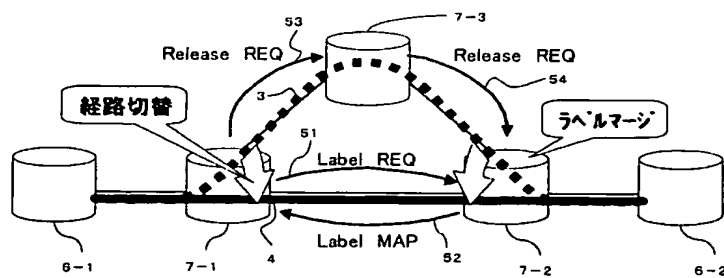
【図12】



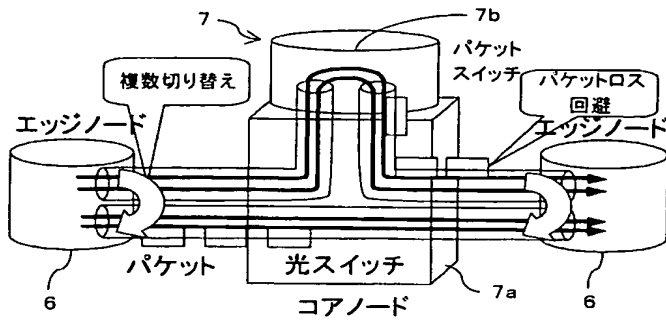
【図13】



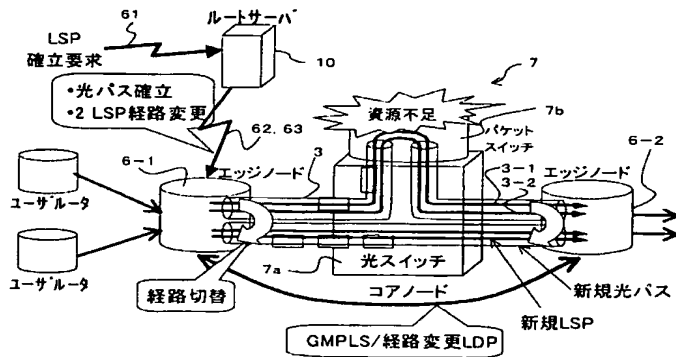
【図15】



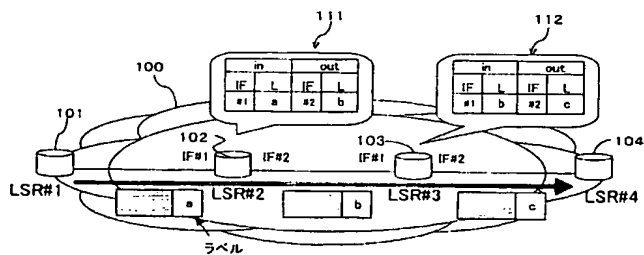
【図16】



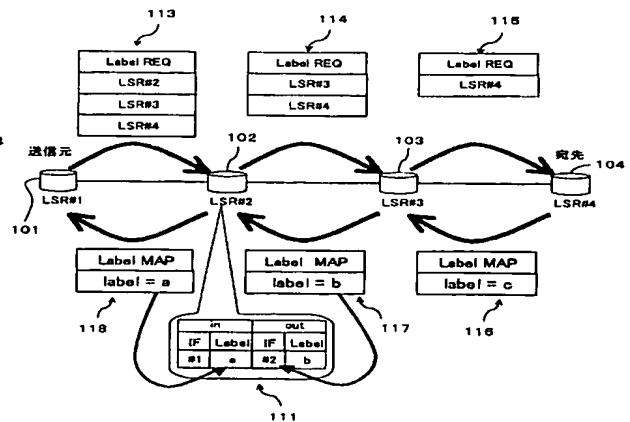
【図17】



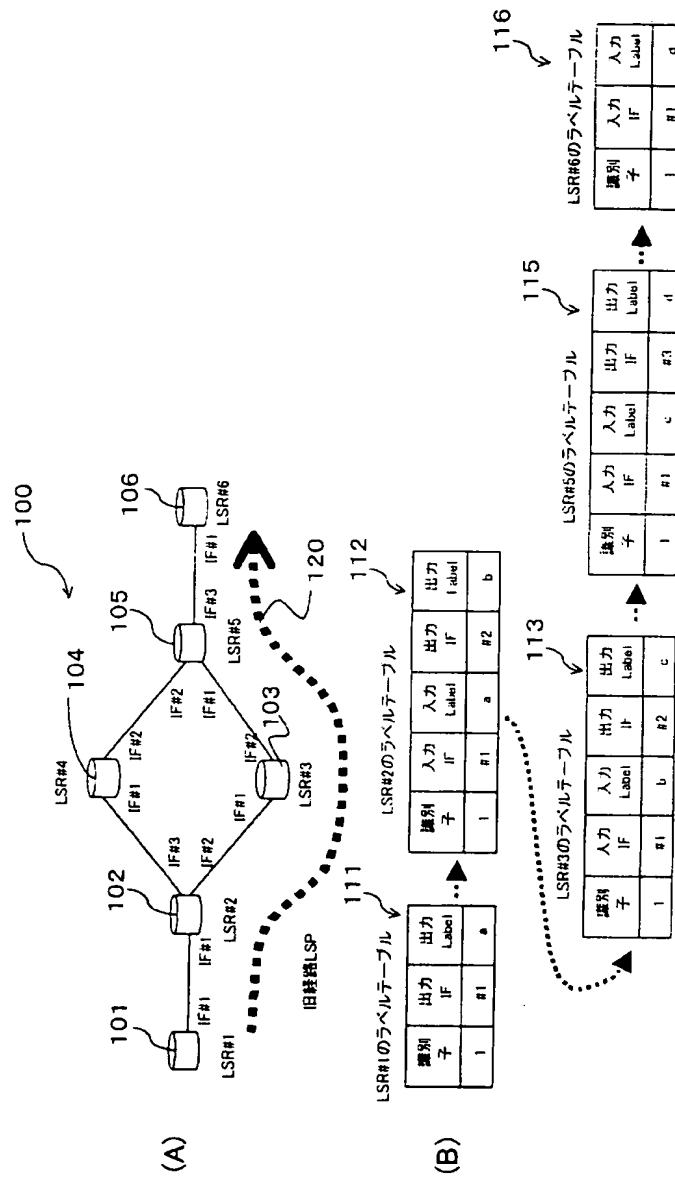
【図18】



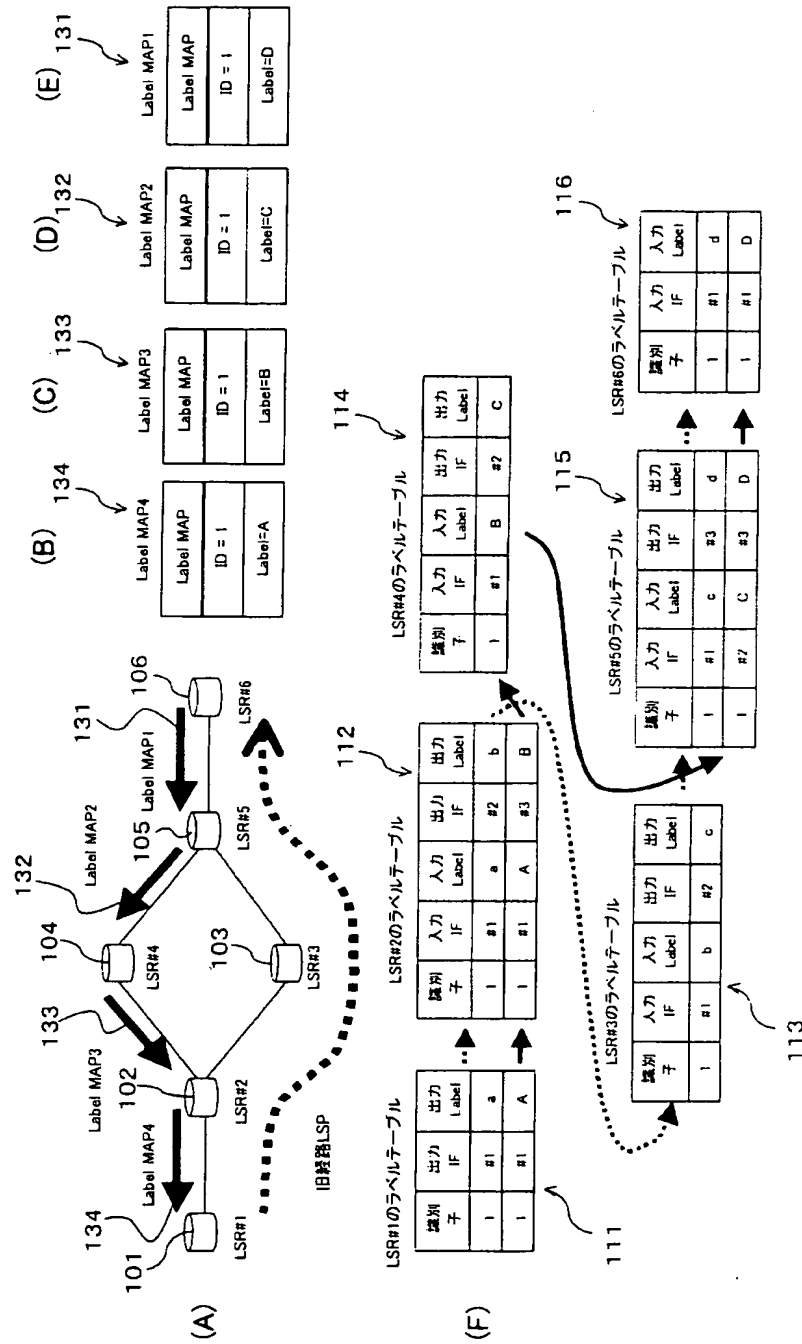
【図19】



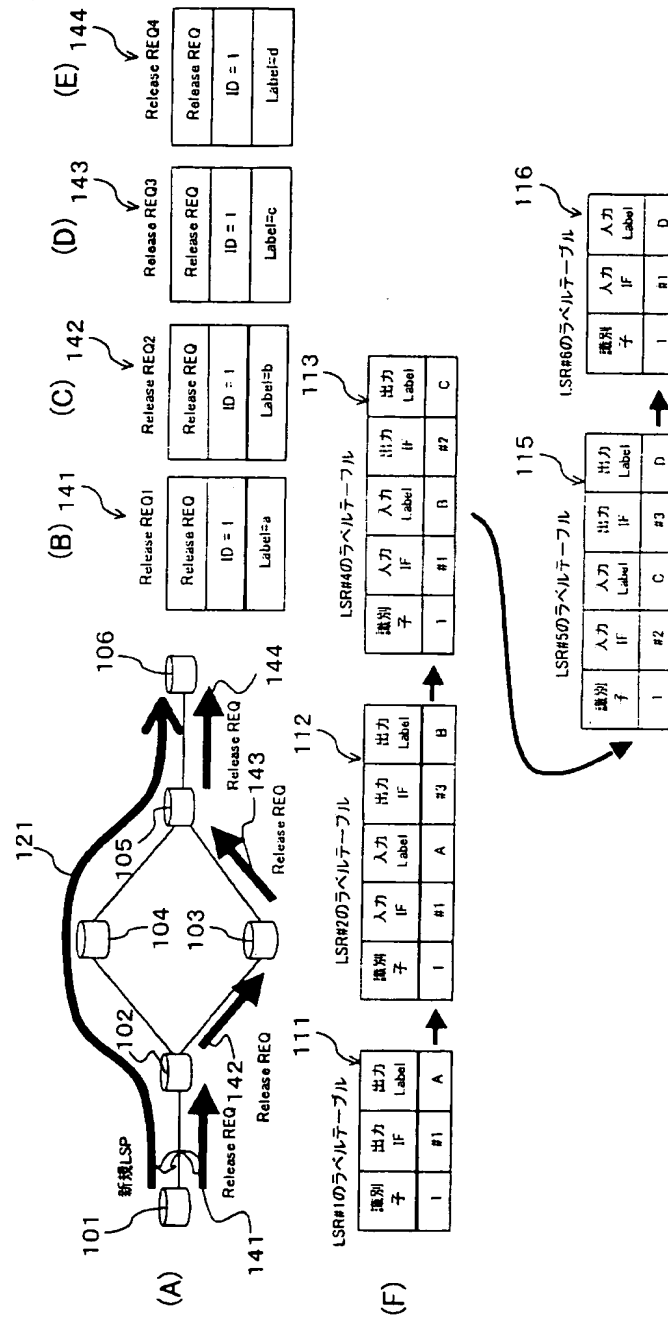
【図20】



【図22】



【図23】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**  
As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.